# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

# DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

*En date du 13 Juillet 1835,*

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

## TOME CENT VINGT-TROISIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1896.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1896

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SEANCE DU LUNDI 6 JUILLET 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce que, l'Institut étant définitivement entré en possession des fonds de la fondation Jean-Jacques Berger, les diverses Académies pourront, à partir de 1897, décerner le prix *Jean-Jacques Berger* à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

Pendant une première période de cinq ans, le prix décerné par chacune des cinq Académies sera d'une valeur de *douze mille francs*. A partir de 1902, la valeur du prix annuel sera portée à *quinze mille francs*.

Ce prix sera décerné en 1899 par l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome CXXI des *Comptes rendus,* deuxième semestre de 1895, est en distribution au Secrétariat.

M. **Albert Gaudry**, en présentant un Ouvrage intitulé *Essai de Paléontologie philosophique*, s'exprime en ces termes :

« Le Livre que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie fait suite aux *Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques*. Il est accompagné de nombreuses gravures dont les unes sont empruntées à mes *Enchaînements du monde animal*, dont les autres sont nouvelles et sont dues à mon habile assistant du Muséum, M. Marcellin Boule.

» De tout temps, les philosophes ont discuté sur la formation du monde animé. Il est utile que les paléontologistes apportent à leur tour leur avis sur cette question; car les philosophes n'ont pu présenter que des vues de leur esprit : ils manquaient de bases objectives. Jusqu'à présent, il était difficile dans notre Jardin des Plantes de bien se rendre compte de l'histoire de la vie, parce que les fossiles étaient disséminés dans différents services. Mais on vient d'y construire un musée de Paléontologie où les fossiles seront classés suivant l'époque de leur apparition sur la Terre. On pourra ainsi étudier, dans son ensemble, l'Histoire du monde animé. Un plan domine cette grande et magnifique histoire; nous commençons à en apercevoir quelque chose.

» J'ai d'abord étudié comment le globe a été peuplé; dans les premiers temps, les êtres étaient peu nombreux; ils se sont successivement multipliés. J'ai tâché aussi de montrer qu'ils se sont peu à peu différenciés; chaque époque a vu apparaître des types nouveaux. En même temps, les animaux ont grandi; petits au début, ils ont atteint des dimensions de plus en plus considérables; puis, ils ont diminué.

» Après avoir parlé de ces progrès purement matériels, j'ai parlé de progrès d'un ordre plus élevé : j'ai traité de l'activité. La nature organique n'a pas eu dans les jours primaires la merveilleuse animation que nous admirons actuellement. Elle était silencieuse. La plupart des anciens êtres ont eu une existence plus passive qu'active. L'activité s'est développée lentement pendant le cours des temps géologiques. J'ai fait l'histoire des fonctions de locomotion et des fonctions de préhension à travers les âges.

» Puis, j'ai suivi les progrès des organes des sens dans l'ensemble des êtres qui se sont succédé sur la Terre. J'ai essayé de présenter l'histoire de la vue, de l'ouïe, de l'odorat, du goût, du toucher. J'ai dit aussi quelques mots des sentiments affectifs, notamment de l'amour sexuel et de l'amour maternel.

» Enfin j'ai étudié les progrès de l'intelligence. Les premiers êtres n'en

ont eu que des lueurs. Encore dans l'ère secondaire, la plupart des Vertébrés, et ceux-là même qui ont atteint des dimensions gigantesques, ont été des êtres stupides. Au commencement du Tertiaire, les Mammifères avaient des cerveaux petits et peu compliqués; quand on passe en revue les époques tertiaires, on voit les cerveaux grandir et se compliquer.

» Un long Chapitre est consacré aux applications pratiques de l'étude de l'évolution pour la détermination des âges du globe. Pendant longtemps cette étude a semblé purement spéculative. On admettait que chaque terrain renferme un certain nombre de fossiles qu'on appelait *fossiles caractéristiques*. Pourquoi sont-ils caractéristiques? Personne ne le savait; on ignorait la raison de la rencontre de tel ou tel fossile dans telle ou telle assise. Mais, s'il y a eu évolution régulière du monde animé, chaque changement doit correspondre à une époque déterminée; par conséquent le degré de développement des fossiles nous indique l'âge du terrain où on les trouve.

» J'espère que cet Ouvrage sera favorablement accueilli par les géologues, car, ainsi que je viens de le dire, il fait entrevoir de nouveaux secours pour la détermination des âges du monde. Au point de vue philosophique, il soulève des questions trop hautes et trop difficiles pour rencontrer l'adhésion de tous les esprits. En outre, notre Science est si peu avancée que nous sommes exposés à des erreurs. C'est pourquoi je dois réclamer pour mon livre l'indulgence des naturalistes et des philosophes. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Lois générales du régime uniforme dans les lits à grande section;* par M. J. **Boussinesq**.

« I. Mais bornons-nous ([1]) au cas du *régime uniforme,* où sont nulles les accélérations moyennes locales $u'$. Alors l'équation (27) se réduit à

$$(28) \qquad B_0 u_0^2 \int_\chi f(\eta, \zeta) \frac{d\chi}{\chi} = \frac{\sigma}{\chi} I.$$

Servons-nous en pour éliminer la pente motrice I de (25), et puis divisons (25) et (26) par $k\sqrt{B_0}$. Le système (25), (26) ne contiendra plus comme fonction inconnue, au lieu de $\frac{u}{u_0}$, que l'expression $\frac{1}{k\sqrt{B_0}}\left(\frac{u}{u_0} - 1\right)$, tenue de s'annuler au point du contour mouillé où $B = B_0$; et, d'ailleurs,

([1]) Voir le précédent *Compte rendu,* p. 1517.

dans ces équations (25), (26) qui la déterminent, il ne figurera plus ni $k\sqrt{B_0}$, ni le rayon moyen. La nouvelle fonction inconnue dépendra donc uniquement des deux coordonnées relatives $\eta$, $\zeta$. Désignons-la par $F_1(\eta, \zeta)$; ce qui revient à poser, comme formule exprimant le mode de distribution des vitesses,

$$(29) \qquad \frac{u}{u_0} = 1 + k\sqrt{B_0}\,F_1(\eta, \zeta);$$

et la fonction $F_1$ sera définie par le système

$$(30) \qquad \begin{cases} \dfrac{d}{d\eta}\left(F\dfrac{dF_1}{d\eta}\right) + \dfrac{d}{d\zeta}\left(F\dfrac{dF_1}{d\zeta}\right) + \displaystyle\int_\chi f\frac{d\chi}{\chi} = 0, \\ (\text{sur le contour})\ F\dfrac{dF_1}{d\nu} = -f,\ (\text{au point de } \chi \text{ où } B = B_0)\ F_1 = 0. \end{cases}$$

» II. Prenons les moyennes des deux membres de (29) dans toute l'étendue de la section $\sigma$; et, en appelant U la vitesse moyenne ou vitesse de débit, $\mathfrak{M}F_1$ la valeur moyenne de $F_1(\eta, \zeta)$ dans toute cette étendue, il viendra

$$(31) \qquad \frac{U}{u_0} = 1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1,$$

équation qui permet d'éliminer $u_0$ de (28) et de relier ainsi la vitesse moyenne U au produit de la pente motrice I par le rayon moyen. Si nous appelons $\mathfrak{M}f$, dans (28), la valeur moyenne de $f(\eta, \zeta)$ le long du contour mouillé $\chi$ et que nous posions, pour abréger,

$$(32) \qquad b = \frac{B_0\,\mathfrak{M}f}{(1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1)^2}, \qquad \text{ou} \qquad \frac{1}{\sqrt{b}} = \frac{1}{\sqrt{\mathfrak{M}f}}\frac{1}{\sqrt{B_0}} + \frac{k\,\mathfrak{M}F_1}{\sqrt{\mathfrak{M}f}},$$

nous aurons ainsi la formule usuelle des hydrauliciens,

$$(33) \qquad bU^2 = \frac{\sigma}{\chi}I, \qquad \text{ou} \qquad U = \frac{1}{\sqrt{b}}\sqrt{\frac{\sigma}{\chi}I}.$$

» D'après la seconde relation (32), l'inverse de $\sqrt{b}$, c'est-à-dire le coefficient indiquant combien de fois la vitesse U contient la racine carrée du produit de la pente par le rayon moyen, se compose d'une première partie réciproquement proportionnelle à $\sqrt{B_0}$, ou variable en sens contraire du degré de rugosité des parois, et d'une autre partie indépendante de ce degré. L'étude des cas simples d'une section rectangulaire large et d'une section circulaire ou demi-circulaire, entre lesquels se trouvent à peu près compris tous ceux de la pratique, nous montrera que ce coefficient, ou

même l'inverse $b$ de son carré, est peu variable avec la forme de la section.

» III. Si $u_m$ désigne la vitesse maxima, et $\eta_0$, $\zeta_0$ les coordonnées relatives du point de $\sigma$ où elle se produit, la formule (29), retranchée de ce qu'elle devient en ce point, puis divisée par $\sqrt{B_0 \mathfrak{M} f}$, donnera, vu l'égalité de $u_0\sqrt{B_0 \mathfrak{M} f}$ à $U\sqrt{b}$ d'après (28) et (33),

$$(34)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{u_m - u}{U\sqrt{b}} &= \frac{k}{\sqrt{\mathfrak{M} f}}[F_1(\eta_0, \zeta_0) - F_1(\eta, \zeta)] \\ &= \frac{k}{\sqrt{\mathfrak{M} f}}\left[F_1(\eta_0, \zeta_0) - F_1\left(\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}\right)\right]. \end{aligned}\right.$$

» Cette relation, où les deux derniers membres sont indépendants du degré absolu de rugosité des parois, a précisément la forme de celle que l'ensemble des observations a suggérée à Darcy et à M. Bazin pour représenter le mode de variation des vitesses aux divers points des sections. Enfin, si l'on appelle K la valeur moyenne du second membre dans toute l'étendue de $\sigma$, il vient, pour relier la vitesse moyenne U à la vitesse maxima $u_m$, la formule de M. Bazin,

$$(35)\qquad \frac{u_m - U}{U\sqrt{b}} = K, \qquad \text{ou} \qquad u_m - U = K\sqrt{b U^2} = K\sqrt{\frac{\sigma}{\chi} I}.$$

» Nous verrons que K a des valeurs notablement différentes dans les deux cas simples d'une section rectangulaire large et d'une section circulaire ou demi-circulaire; il est donc beaucoup plus variable que $b$ avec la forme de la section, comme l'a, du reste, indiqué l'expérience.

» IV. La formule (29) montre que les inégalités relatives de vitesse aux divers points varient, avec le degré absolu de rugosité, proportionnellement à $\sqrt{B_0}$. Donc, en toute rigueur, nous n'aurions pas dû admettre la forme simple $f(\eta, \zeta)$ pour l'expression $\frac{B}{B_0}\left(\frac{u}{u_0}\right)^2$ le long du contour mouillé $\chi$, à moins de faire varier, sur chaque génératrice de la paroi, $\frac{B}{B_0}$ en raison inverse des valeurs qu'y prend $\left(\frac{u}{u_0}\right)^2$ quand $B_0$ change. Or alors une nouvelle difficulté proviendrait de ce que, les degrés relatifs de rugosité aux divers points ne restant plus les mêmes, l'agitation dans l'intérieur se distribuerait autrement et la fonction $F(\eta, \zeta)$ changerait. Mais, pour des formes très diverses de la section, le rapport $\frac{u}{u_0}$ varie *bien moins* avec $\eta$, $\zeta$ et par suite,

d'après (29), avec $\sqrt{B_0}$, *le long du contour mouillé* $\chi$, *que dans l'intérieur,* puisque même il s'y réduit à 1 dans les cas élémentaires de tuyaux ou canaux rectangulaires larges et circulaires ou demi-circulaires, à parois homogènes. *On peut* donc, pour toutes les formes dont il s'agit, *supposer ce rapport à très peu près indépendant de* $B_0$, *sur le contour mouillé* $\chi$, *entre de bien plus larges limites de variation de* $\sqrt{B_0}$ *qu'on ne le pourrait dans l'intérieur;* et cela suffit pour justifier en pratique les formules précédentes (¹).

» Si l'on voulait plus de précision, il faudrait regarder le rapport en question comme inconnu, et donner au second membre de (26) la forme $-k\sqrt{B_0}\,f(\eta,\zeta)\left(\frac{u}{u_0}\right)^2$, où $f(\eta,\zeta)$ désignerait $\frac{B}{B_0}$. Mais alors cette condition au contour ne serait plus linéaire, et le problème, même en attribuant à $F(\eta,\zeta)$ les expressions les plus simples, comme 1, par exemple, deviendrait inabordable, sauf par des procédés d'approximation ou d'interpolation, dans lesquels on ne s'astreindrait qu'à peu près à vérifier la condition au contour (²). Et il y aurait même encore, comme ci-dessus, à faire varier la fonction $F(\eta,\zeta)$, sur laquelle se répercutent les changements survenus dans le rapport des vitesses aux divers points de la paroi, non moins que ceux du rapport des rugosités.

» V. Nous avons admis jusqu'ici, dans le fluide, une ampleur et une agitation tourbillonnaire suffisantes pour que la partie tant du frottement extérieur que du coefficient $\varepsilon$ des frottements intérieurs, due à cette agitation, excède dans une forte proportion celle qui subsisterait seule avec des mouvements bien continus, où les vitesses moyennes locales seraient du même ordre. C'est un cas extrême ou limite, relativement simple, op-

(¹) D'après les distributions de vitesses, et la forme des courbes d'égale vitesse près de la paroi, observées par M. Bazin dans des tuyaux et canaux à sections rectangulaires (peu larges), trapézoïdales, triangulaires, etc. (Atlas des *Recherches hydrauliques*, Planches XVIII, XXI et XXIII), le rapport $\frac{u}{u_0}$ le long du contour mouillé $\chi$ ne s'éloigne pas beaucoup de l'unité, même pour des formes très différentes de celles d'un cercle, d'un demi-cercle ou d'un rectangle de largeur indéfinie; car la courbe d'égale vitesse dont l'équation est, suivant les cas, $u = 0,8\,U$ ou $u = 0,7\,U$ suit de près le contour mouillé, d'un bout à l'autre, du moins quand le degré de rugosité n'est pas énorme.

(²) Voir, au sujet de ces procédés qui peuvent être parfois utiles, le n° 450* de mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (*Calcul intégral, Compléments,* p. 419*).

posé au cas plus simple encore de mouvements bien continus, accessible théoriquement depuis Navier et expérimentalement résolu par Poiseuille. Il y a lieu de supposer que, dans le cas intermédiaire, moins abordable, mais très usuel, de rayons moyens ou de vitesses moyennes assez faibles pour que l'agitation masque en majeure partie les effets du frottement régulier sans les annihiler, les lois de l'écoulement s'écartent un peu des précédentes, dans le sens indiqué par celles de Poiseuille.

» C'est surtout la vitesse moyenne U, dont se déduit le débit, qui offre de l'intérêt. Or, d'après la formule (33) qui la donne, le produit $b = I\frac{\sigma}{\chi}\frac{1}{U^2}$ de la pente motrice par le rayon moyen et par l'inverse du carré de la vitesse est constant, tandis que les lois de Poiseuille font ce même produit, lorsqu'on en élimine la pente I, réciproquement proportionnel (pour chaque forme de section) au rayon moyen et à la vitesse U. Donc, dans le cas intermédiaire considéré ici, $b$ croîtra avec les inverses de ces deux quantités; et, s'ils sont assez petits, son développement par la formule de Mac-Laurin, réduit à la partie linéaire, sera, en appelant $\alpha$ ce qui reste de $b$ quand ils s'annulent, et $\beta$, $\beta'$ deux coefficients positifs,

$$(36) \qquad b \text{ ou } I\frac{\sigma}{\chi}\frac{1}{U^2} = \alpha\left(1 + \beta\frac{\chi}{\sigma} + \beta'\frac{1}{U}\right).$$

» VI. Les hydrauliciens, jugeant sans doute le trinome trop complexe dans cette formule, ont supprimé l'un des deux derniers termes. C'est le dernier, en $\beta'$, qu'ils avaient conservé d'abord; mais Darcy et M. Bazin ont reconnu que l'approximation était bien meilleure en gardant, au contraire, le précédent, et ils ont posé $\beta' = 0$, mais $\alpha$, $\beta$ croissants avec le degré de rugosité des parois. Par exemple, la seconde et le mètre étant les unités de temps et de longueur, Darcy trouve $\alpha = 0{,}0002535$, $\beta = 0{,}00638$, dans le cas de tuyaux circulaires en fer étiré ou en fonte lisse, et M. Bazin, $\alpha = 0{,}00015$, $\beta = 0{,}03$ pour les canaux à parois très unies, mais $\alpha = 0{,}00028$, $\beta = 1{,}25$ pour les canaux en terre et les grands cours d'eau.

» VII. Passons maintenant aux cas particulièrement intéressants où la vitesse à la paroi peut être supposée constante.

» Le plus simple est celui d'une section rectangulaire large, suivant la profondeur $2h$ ou $h$ de laquelle nous dirigerons vers le bas l'axe des $z$, à partir du centre s'il s'agit d'un tuyau de hauteur intérieure $2h$, et à partir de la surface libre s'il s'agit d'un canal découvert de profondeur $h$. Le premier cas, vu la symétrie des vitesses de part et d'autre du diamètre ou de la médiane parallèle aux $y$, se ramène au second, plus pratique, où $z$ ne

varie que de zéro à $h$, et où la dérivée de $u$ en $z$ s'annule aussi pour $z = 0$, en vertu de la condition spéciale à la surface libre. Bornons-nous donc à ce cas.

» La largeur est supposée assez grande pour que $F_1$ ne dépende pas, dans (30), de la première variable $\eta$; et l'autre variable, $\zeta$, y représente le rapport de $z$ au rayon moyen $h$, c'est-à-dire la distance des divers points à la surface libre en prenant pour unité la profondeur totale. D'ailleurs, la première formule (15) de $\varepsilon$ donne $F = 1$ dans le système (30), où l'on a déjà $f = 1$, $B_0 = B$ et enfin, pour $\zeta = 1$, $d\nu = d\zeta$, $F_1 = 0$. Il vient donc immédiatement $F_1 = \frac{1}{2}(1 - \zeta^2)$, $\mathfrak{M} F_1 = \frac{1}{2}(1 - \frac{1}{3}) = \frac{1}{3}$; et les formules (32), (34), (35) sont

$$(37) \quad \frac{1}{\sqrt{b}} = \frac{1}{\sqrt{B}} + \frac{k}{3}, \qquad \frac{u_m - u}{U\sqrt{b}} = \frac{k}{2}\zeta^2 = \frac{k}{2}\frac{z^2}{h^2}, \qquad \frac{u_m}{U} = 1 + \frac{k}{6}\sqrt{b}.$$

» L'avant-dernière est précisément celle que M. Bazin a obtenue par l'observation des vitesses à diverses profondeurs, sur une verticale équidistante des deux bords, dans un grand nombre de canaux dont la largeur, il est vrai, contenant seulement de 5 à 8 fois la profondeur, était insuffisante pour qu'on pût négliger l'action retardatrice du frottement des bords sur la vitesse maxima $u_m$ au milieu de la surface. Le coefficient, 20 environ, qui y affectait $\zeta^2$, est donc moindre que $\frac{1}{2}k$; de sorte que le nombre $k$ de nos formules doit excéder assez sensiblement 40.

» VIII. Supposons actuellement qu'il s'agisse d'un tuyau circulaire ou, ce qu'on sait revenir au même, d'un canal demi-circulaire coulant à pleins bords, avec $B = B_0$, c'est-à-dire avec homogénéité des parois dans les deux cas. Appelons $\iota$ le rapport, au rayon R, de la distance $r$ à l'axe, ou de $\sqrt{y^2 + z^2}$ : autrement dit, posons

$$(38) \qquad \iota = \frac{1}{2}\sqrt{\eta^2 + \zeta^2}; \qquad \text{d'où} \quad \frac{d\iota}{d\eta} = \frac{\eta}{4\iota}, \qquad \frac{d\iota}{d\zeta} = \frac{\zeta}{4\iota}.$$

» Les fonctions F, $F_1$ dépendront uniquement de $\iota$; et la première d'entre elles, F, sera, d'après (16), l'inverse de $\iota + \psi(\iota)$. D'ailleurs, $f$ se réduisant à l'unité, tandis que $d\nu$, ou $d\sqrt{\eta^2 + \zeta^2}$ (à la limite $\iota = 1$), ne sera autre chose que $2\,d\iota$, le système (30) deviendra aisément

$$(39) \quad \begin{cases} \dfrac{1}{4\iota}\dfrac{d}{d\iota}\left[\dfrac{\iota}{\iota + \psi(\iota)}\dfrac{dF_1}{d\iota}\right] + 1 = 0, \\ \dfrac{1}{1 + \psi(1)}\dfrac{dF_1}{d\iota} = -2 \quad (\text{pour } \iota = 1), \qquad F_1 = 0 \quad (\text{pour } \iota = 1). \end{cases}$$

» La première, multipliée par $4 r\,dr$, s'intègre immédiatement, à une constante arbitraire près que détermine la seconde. Après quoi, une nouvelle intégration donne, vu la troisième relation (39),

$$(40)\quad F_1 = \tfrac{2}{3}(1 - r^3) + 2\int_r^1 \psi(r) r\,dr \quad \text{ou} \quad F_1 = \tfrac{2}{3}(1 - r^3) + \Psi(1) - \Psi(r),$$

en posant, pour abréger,

$$(41)\qquad \Psi(r) = 2\int_0^r \psi(r) r\,dr.$$

» Telle est la valeur qu'il faudra substituer à $F_1(\eta, \zeta)$ dans les relations (32) à (35), et dont la moyenne $\mathfrak{M}F_1$ s'obtiendra, comme celle de toute autre fonction de $r$ aux divers points d'un cercle $\int \pi\, d.r^2$ de rayon $r = 1$, en multipliant par $d.r^2 = 2r\,dr$ et intégrant de zéro à 1. Si l'on observe que la vitesse maxima $u_m$ se produit, par raison de symétrie, sur l'axe $r = 0$, les formules (32), (34), (35) deviendront

$$(42)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{\sqrt{b}} = \dfrac{1}{\sqrt{B}} + k\left[\tfrac{2}{5} + \Psi(1) - 2\displaystyle\int_0^1 \Psi(r) r\,dr\right], \\ \dfrac{u_m - u}{U\sqrt{b}} = k\left[\tfrac{2}{3}r^3 + \Psi(r)\right], \qquad \dfrac{u_m}{U} = 1 + k\left[\tfrac{4}{15} + 2\displaystyle\int_0^1 \Psi(r) r\,dr\right]\sqrt{b}. \text{ »} \end{cases}$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le tungstène.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons indiqué précédemment (1) qu'il était facile de préparer au four électrique et en grande quantité la fonte de tungstène, que l'on pouvait affiner ensuite en refondant le métal en présence d'un excès d'acide tungstique.

» *Préparation du métal pur.* — On peut obtenir le tungstène à l'état de pureté en chauffant directement, au four électrique, un mélange d'acide tungstique et de charbon de sucre. Les proportions employées sont les suivantes : acide tungstique pur, $800^{gr}$; charbon de sucre pulvérisé, $80^{gr}$. Ce mélange renferme un excès d'acide tungstique.

---

(1) H. Moissan, *Préparation, au four électrique, de quelques métaux réfractaires : tungstène, molybdène, vanadium* (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1225).

» Le tungstène étant un métal difficilement fusible, on doit chauffer pendant dix minutes avec un courant de 900 ampères et 50 volts. On obtient un culot présentant des parties superficielles bien fondues, mais dont la partie intérieure est poreuse et ne touche au creuset de charbon que par quelques points. En évitant, dans ces conditions, la fusion complète du métal, le carbone du creuset n'intervient pas et l'excès d'acide tungstique est volatilisé.

» *Propriétés physiques.* — Le tunsgstène, préparé au four électrique comme nous venons de l'indiquer, peut être absolument exempt de carbone. M. Deslandres, qui a bien voulu l'examiner au spectroscope, a reconnu que ce métal était d'une grande pureté (1).

» Lorsqu'il est à l'état poreux, il présente, comme le fer, la propriété de se souder à lui-même, par le martelage, bien avant son point de fusion. Il peut se limer avec facilité et, lorsqu'il est exempt de carbone, il ne raye pas le verre.

» On a chauffé un morceau de ce tungstène malléable, dans une brasque de charbon de bois à la température de la forge, pendant une heure et demie. Le creuset contenant le métal était entouré d'une brasque titanifère pour éviter l'action de l'azote. Après refroidissement, la partie extérieure du fragment métallique renfermait du carbone, et sa dureté était assez grande pour rayer le rubis. Le tungstène pur se cémente donc avec facilité et ceci nous explique les différents résultats obtenus lorsque l'on a essayé de fondre ce métal.

» On sait que M. Riche a pu fondre le tungstène en le carburant, dans un arc fourni par 200 éléments Bunsen (2). De même Siemens (3) et Hutington ont fondu, en très petite quantité, la fonte de tungstène à 1,8 pour 100 de carbone dans leur four électrique. Le tungstène pur est plus infusible que le chrome et le molybdène.

» La densité du tungstène pur a été trouvée de 18,7.

» Ce métal n'exerce pas d'action sur l'aiguille aimantée.

» *Propriétés chimiques.* — Le fluor attaque le tungstène à la température

---

(1) Ce tungstène n'a fourni au spectroscope que quelques raies très faibles du calcium.

(2) Riche, *Recherches sur le tungstène et ses composés* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. L; p. 5; 1857).

(3) Siemens et Hutington, *Sur le fourneau électrique* (*Association britannique Southampton* 1883, et *Ann. de Chim. et de Phys.* 5e série, t. XXX, p. 465; 1883).

ordinaire avec incandescence et fournit un fluorure volatil. L'action des hydracides a été étudiée avec détails par M. Riche et reprise en 1872 par M. Roscoe [1]; nous n'avons pas à nous y arrêter.

» L'azote et le phosphore au rouge ne se combinent pas au tungstène.

» Chauffé au four électrique avec le silicium et le bore, le tungstène donne des combinaisons d'aspect métallique à apparence cristalline et qui rayent le rubis avec facilité. A la température de 1200°, l'acide carbonique est réduit par le tungstène, avec formation d'oxyde bleu et sans dépôt de charbon.

» Le tungstène fondu ne s'oxyde pas sensiblement à l'air humide, mais il est attaqué à la longue par l'eau chargée d'acide carbonique. L'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique ne l'attaquent que très difficilement; il en est de même de l'acide fluorhydrique tandis qu'un mélange d'acide fluorhydrique et d'acide azotique le dissout avec rapidité.

» Quelques oxydants, tels que le bioxyde de plomb, le chlorate de potassium en fusion, attaquent le métal pulvérisé avec incandescence.

» Le carbonate de sodium fondu l'attaque lentement, mais le mélange de carbonate et de nitrate produit une transformation assez rapide.

» *Analyse.* — Le métal a été attaqué par le mélange d'azotate et de carbonate alcalin et le tungstène a été séparé sous forme de tungstate mercureux.

» On a obtenu ainsi, pour les échantillons qui se limaient avec facilité et qui n'attaquaient pas le verre :

| | 1. | 2. | 3. |
|---|---|---|---|
| Tungstène.......... | 99,76 | 99,82 | 99,87 |
| Carbone........... | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Scories............ | 0,18 | 0,09 | » |

» *Carbure de tungstène.* — Lorsque, dans la préparation du tungstène, on prolonge la chauffe, le métal fond complètement, mouille le creuset de charbon et se carbure aussitôt en donnant une fonte. Nous avons indiqué précédemment quelles étaient les teneurs en carbone de ces métaux.

» En présence d'un excès de charbon, le tungstène fournit un carbure défini de formule $CTu^2$. Ce carbure est d'un gris de fer, très dur, rayant très profondément le corindon. Sa densité à +18° est de 16,06. Il fournit à peu près les mêmes réactions que le métal, bien que plus facilement attaquable que ce dernier. Il prend feu dans le fluor à froid, il brûle vers 500° dans l'oxygène en produisant de l'acide tungstique et de l'acide car-

(1) Roscoe, *Manchester Lit. Phil. Soc. Proc.*, t. XI, p. 79; 1872.

bonique et, à l'état liquide, il dissout avec facilité du carbone qu'il abandonne ensuite par refroidissement sous forme de graphite.

» Les acides ne l'attaquent que très lentement, de même que le métal, sauf cependant l'acide nitrique qui, à l'ébullition, le dissout avec facilité.

» Le chlorate de potassium fondu, ou le mélange de carbonate et de nitrate, qui l'oxydent en produisant une vive incandescence.

» Au rouge, il brûle aussi dans le protoxyde et dans le bioxyde d'azote.

» *Analyse.* — Le carbone total a été dosé par le chlore, et le graphite, séparé du carbone amorphe par l'acide nitrique fumant, a été pesé sur un filtre taré. Enfin le tungstène a été séparé sous forme de tungstate mercureux.

| | 1. | 2. | 3. | Théorie pour $CTu^2$. |
|---|---|---|---|---|
| Carbone combiné...... | 3,22 | 3,05 | 3,09 | 3,16 |
| Tungstène ............ | 96,60 | 96,78 | 96,95 | 96,84 |

» *Conclusions.* — Le tungstène peut s'obtenir facilement au four électrique par réduction de l'acide tungstique par le charbon. Si l'on n'atteint pas le point de fusion du métal, ce dernier peut être obtenu dans un grand état de pureté.

» Si l'on opère en présence d'un excès de carbone ou si l'on fond le métal dans le creuset de charbon, on obtient un carbure défini de formule $CTu^2$ qui dissout du carbone qui est abandonné ensuite sous forme de graphite.

» Le tungstène pur peut se limer et se forger; il se cémente avec facilité, n'agit pas sur l'aiguille aimantée et son point de fusion est supérieur à ceux du chrome et du molybdène. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la solubilité du carbone dans le rhodium, l'iridium et le palladium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« A sa température d'ébullition, le platine, ainsi que nous l'avons démontré, dissout du carbone qu'il abandonne ensuite sous forme de graphite [1]. Nous avons étendu cette recherche à quelques autres métaux voisins du platine.

» *Rhodium.* — Le rhodium fond rapidement au four électrique. 5gr de métal pulvérulent ont été placés dans un petit creuset de charbon muni

---

[1] H. Moissan, *Sur la préparation d'une variété de graphite foisonnant* (*Comptes rendus,* t. CXVI, p. 608; 1893).

de son couvercle. Le tout était disposé dans un autre creuset rempli de charbon de sucre en poudre. Nous avons chauffé dans notre four électrique pendant dix minutes avec un courant de 300 ampères et 50 volts. Après l'expérience, le métal est réuni en un seul culot; il n'a pas changé sensiblement de poids. Le lingot ainsi obtenu est malléable et se lime avec facilité.

» On mélange 0,4205 de cette limaille de rhodium avec du chlorure de sodium fondu et l'on traite au rouge par un courant de chlore pendant une heure et demie. Le contenu de la nacelle est repris par l'eau et le liquide jeté sur un filtre taré. Le résidu pèse 0,006, ce qui correspond à 1,42 pour 100 de carbone.

» Ce carbone, très divisé, est d'un noir brillant, et, après destruction du filtre par l'acide azotique fumant, il a été transformé, par un mélange de chlorate de potassium et d'acide nitrique, en oxyde graphitique facile à caractériser.

» Dans une deuxième expérience, le même métal, déjà carburé, a été refondu dans les mêmes conditions, mais avec un courant plus intense (910 ampères et 50 volts; cinq minutes de chauffe).

» Le nouveau culot présente encore une certaine malléabilité, et il peut se limer; mais il s'écrase sous le marteau, ce qui tient aux nombreux cristaux de graphite qu'il renferme.

» Le carbone a été dosé, mais il est inégalement réparti dans la masse et ne se rencontre que sous forme de graphite. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

| | 1. | 2. | 3. |
|---|---|---|---|
| Graphite pour 100........ | 2,72 | 4,37 | 7,38 |

» *Iridium*. — L'iridium a été chauffé dans les mêmes conditions, et dans la première expérience, avec un courant de 50 volts et 300 ampères, nous avons obtenu un métal bien fondu, recouvert d'une couche de cristaux brillants de graphite. Le métal était malléable et se limait très bien.

» Le dosage du carbone a été fait par la même méthode que pour le rhodium; il nous a donné :

| | 1. | 2. |
|---|---|---|
| Graphite pour 100........... | 0,63 | 0,84 |

» L'iridium a été chauffé de nouveau avec un courant de 950 ampères et 50 volts; les qualités du métal sont restées les mêmes. Ce dernier ne

renfermait du carbone que sous forme de graphite, et était aussi malléable qu'auparavant; nous avons trouvé sur deux parties du culot métallique :

| | | |
|---|---|---|
| Graphite pour 100.......... | 1,19 | 1,07 |

» *Palladium*. — Le palladium nous a fourni des résultats identiques après la première chauffe (300 ampères et 50 volts). Le culot bien fondu avait gardé toute sa malléabilité.

» Le carbone a été dosé en attaquant le métal par l'acide nitrique de densité 1,35. Il ne se produit pas d'acide carbonique et le résidu noir, brillant et cristallisé, est entièrement transformable en oxyde graphitique. Ce métal renfermait :

| | 1. | 2. |
|---|---|---|
| Graphite pour 100.......... | 1,31 | 1,20 |

» Dans la deuxième chauffe (950 ampères et 50 volts) le palladium a pris un peu plus de carbone, mais il se lime tout aussi facilement. Il renferme :

| | 1. | 2. |
|---|---|---|
| Graphite pour 100.......... | 2,32 | 2,45 |

» *Conclusions*. — En résumé, de même que le platine, le rhodium, le palladium et l'iridium dissolvent le carbone avec facilité à la température du four électrique, l'abandonnent avant leur solidification sous forme de graphite, mais ne s'y combinent pas et ne fournissent pas de carbures.

» Tous ces graphites sont foisonnants. »

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique des courants à haute fréquence; moyens pratiques pour les produire d'une façon continue*. Note de M. A. d'Arsonval [1].

« Dans des Communications antérieures, j'ai montré que les combustions organiques étaient augmentées sous l'influence des courants à haute fréquence, soit que ces courants traversent directement les tissus, soit qu'ils y prennent naissance par induction au moyen de la méthode à laquelle j'ai donné le nom d'*auto-conduction*. Il était intéressant de poursuivre l'étude de ces phénomènes en soumettant les êtres en expérience pendant des temps fort longs à l'influence de ces courants, pour voir, par exemple,

---

(1) Communication faite dans la séance du 29 juin.

comment se modifieraient les phénomènes de l'incubation, du développement et de la nutrition en général, notamment après les inoculations pathogènes.

» J'ai été arrêté, au début de mes recherches, par l'impossibilité de réaliser un outillage pouvant produire ces courants sans surveillance pendant plus de quelques instants, et cela d'une façon pratique et économique. Les transformateurs chauffaient ou brûlaient, les condensateurs crevaient ou la dépense de courant était exagérée. Après maintes combinaisons infructueuses, je suis arrivé à réaliser un dispositif simple qui fonctionne sans surveillance des journées entières, dans des conditions de marche très économiques et avec un rendement excellent.

» Dans le dispositif rendu classique par Hertz et perfectionné par Tesla, Elihu Thomson et moi-même, on charge périodiquement une capacité par un courant alternatif à haute tension provenant d'un transformateur dont la différence de potentiel aux bornes du circuit relié à la capacité est d'au moins 10000 volts. Cette capacité se décharge sur un circuit de résistance et de self-induction appropriés, en donnant naissance à des oscillations électriques dont la période a une durée que donne la formule de Lord Kelvin. Le transformateur est actionné soit par un courant continu (bobine de Ruhmkorff munie de son interrupteur), soit par le courant provenant d'un alternateur à basse fréquence. Dans le premier cas, l'énergie disponible est faible (100 à 200 watts); dans le second cas, elle peut être quelconque; mais ici se présente un gros inconvénient : les deux boules du déchargeur qui terminent les armatures du condensateur sont en même temps en communication avec le circuit à haute tension du transformateur. Il en résulte qu'à chaque fois qu'éclate l'étincelle, le transformateur se trouve fermé sur lui-même. On a beau souffler l'arc avec un jet d'air ou un champ magnétique, cet arc laisse passer non seulement le courant à haute fréquence, mais aussi le courant à basse fréquence émanant directement du transformateur. Les boules du déchargeur sont rapidement détruites, le transformateur peut être brûlé, surtout s'il est à circuit magnétique fermé, et l'on consomme inutilement du courant.

» Dans le dispositif que j'emploie, j'évite ces deux inconvénients en coupant le circuit à haute tension du transformateur par un premier condensateur, de capacité variable, suivant l'énergie dont on veut disposer; le deuxième condensateur, qui est le siège des oscillations électriques et qui porte le déchargeur, se trouve monté en série avec le premier, que j'appelle *condensateur de garde*. De cette manière, jamais le secondaire

du transformateur n'est fermé sur lui-même. En réglant convenablement les capacités du condensateur de garde et du condensateur à haute fréquence, il n'est plus nécessaire de souffler l'étincelle constituée uniquement, dans ce cas, par des décharges à haute fréquence. J'améliore encore singulièrement le résultat en intercalant, en série, sur le circuit primaire du transformateur, une bobine à self-induction variable, qu'on ajuste suivant les besoins. Cette bobine de réaction, contrairement à une résistance de même valeur, mais dépourvue de self, fait monter le potentiel aux bornes du primaire. Le courant alternatif à 42 périodes est pris sur le secteur de la rive gauche, et le transformateur est du système Labour. Il est à circuit magnétique fermé, d'une puissance de 3000 watts, et donne au secondaire une différence de potentiel de 15000 volts pour 110 volts aux bornes du primaire. Lorsque je me servais de cet appareil, en montant le condensateur simplement en dérivation sur le secondaire du transformateur, je dépensais 30 ampères sous 110 volts pour produire un courant de haute fréquence, capable d'allumer 3 lampes de 20 bougies placées en dérivation sur le solénoïde à haute fréquence.

» De plus, malgré un soufflage énergique, les boules du déchargeur étaient rapidement détériorées et le transformateur compromis.

» En intercalant au contraire le condensateur de garde et la bobine de réactance, je ne consomme plus que 3 ampères au lieu de 30, et les trois lampes de vingt bougies brillent d'un éclat plus vif, montrant que l'intensité du courant à haute fréquence est augmentée.

» On règle d'ailleurs à volonté la puissance dépensée en modifiant la capacité des condensateurs de garde et de haute fréquence ainsi que la self de la bobine à réaction. Les condensateurs sont constitués par de grandes jarres cylindriques de 50$^{cm}$ de hauteur. Leurs armatures d'étain sont collées au verre avec de la cire ou du suif. Malgré cela le diélectrique chauffait très vite et les bouteilles étaient rapidement percées. J'ai eu l'idée alors de les remplir d'eau que recouvre ou non une légère couche d'huile de vaseline. Depuis cette modification je peux marcher vingt-quatre heures de suite sans que les condensateurs bougent et sans que la température de l'eau dépasse 40° à 50°. J'ai essayé également avec succès des condensateurs plans en verre ou en ébonite, immergés dans l'huile de vaseline, mais le premier dispositif, qui est plus simple d'installation et plus propre, a d'habitude ma préférence. D'après ce que je viens de dire, on voit que le rendement d'une installation à haute fréquence ainsi montée peut être élevé ainsi que j'aurai ultérieurement occasion de le montrer à propos de

la production de l'ozone. Dans tous les cas, le rendement est bien supérieur à celui qu'on obtient avec le montage classique du condensateur placé en dérivation sur le secondaire du transformateur.

» Avec ce dispositif, je peux étudier l'action prolongée des courants à haute fréquence sur les animaux, soit à l'état normal, soit lorsqu'ils sont soumis à des inoculations pathogènes. Pour éviter toute action perturbatrice, l'animal en expérience est placé dans une cage cylindrique, isolante (bois, verre, carton, etc.), couchée horizontalement.

» Cette cage est entourée extérieurement d'un gros conducteur faisant 15 à 20 tours et à travers lequel passe le courant à haute fréquence. Ce solénoïde induit dans le corps de l'animal des courants de haute fréquence qui ne sont nullement sentis.

» Pour mesurer l'intensité des courants traversant le solénoïde de façon à rester dans les mêmes conditions, je me servais d'un petit ampèremètre thermique placé en dérivation sur une des spires du solénoïde. J'ai depuis simplifié l'installation en me servant du solénoïde lui-même pour mesurer le courant qui le traverse. Pour cela, le solénoïde, au lieu d'être constitué par un conducteur plein, se compose d'un tube métallique *à parois très minces* de $10^{mm}$ à $15^{mm}$ de diamètre. Ce tube est bouché par un bout tandis que l'autre extrémité se trouve reliée à un manomètre à eau. Quand le courant passe le tube chauffe, l'air qu'il contient se dilate et pousse la colonne du manomètre dont la hauteur définitive mesure cet échauffement. On donne à l'appareil toute la sensibilité voulue en inclinant plus ou moins le manomètre. Enfin, je rends les indications de l'instrument indépendantes des variations de température et de pression extérieures en reliant la seconde branche du manomètre à une capacité close qui le transforme en thermomètre différentiel.

» Dans mes expériences, je m'arrange, pour ne pas troubler les phénomènes, de façon que l'échauffement du solénoïde creux ne dépasse pas 2 degrés. Comme le tube est mince et noirci extérieurement, l'équilibre de température est rapidement atteint. Il est facile, de cette manière, de ramener le courant toujours à la même intensité. Pour connaître cette intensité du courant à haute fréquence, je fais circuler dans le solénoïde un courant à basse fréquence, dont je gradue l'intensité jusqu'à ce que le manomètre donne la même indication. A cause de la minceur des parois du tube, la résistance reste la même sensiblement pour toutes les fréquences. Ce procédé n'a d'ailleurs d'autre prétention que de permettre à

l'expérimentateur de se placer dans les mêmes conditions sans compliquer le matériel instrumental.

» J'avais montré antérieurement que les combustions organiques s'exagèrent chez l'animal placé dans le solénoïde ; j'ai pensé qu'il était possible de montrer ce phénomène par une expérience plus simple et moins longue que celle nécessitée par une analyse des gaz de la respiration. Si l'animal brûle davantage, il doit diminuer de poids plus rapidement.

» Pour vérifier cette conclusion, j'ai placé le solénoïde renfermant l'animal en expérience sur le plateau d'une balance enregistrante Richard. Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus : un petit cochon d'Inde placé dans le solénoïde, non parcouru par le courant, a perdu $6^{gr}$ de son poids en seize heures. On rend le solénoïde actif ; le cochon d'Inde a perdu alors $30^{gr}$ de son poids dans le même espace de temps (seize heures). Je supprime de nouveau le courant ; il se passe alors un phénomène assez inattendu : l'animal *gagne en poids* pendant deux heures. Au bout de ce temps, il a augmenté de $1^{gr}$ environ. Regnault et Reiset ont constaté un phénomène analogue chez certains de leurs animaux, qui, pendant le sommeil, fixaient plus d'oxygène qu'ils n'éliminaient d'acide carbonique et de vapeur d'eau. Après ces deux heures la perte de poids reprend sa marche, tout en restant plus faible. Ce n'est guère qu'une demi-heure après l'établissement du courant que la perte de poids prend son régime uniforme. Les animaux étaient placés dans un solénoïde disposé pour recevoir leurs déjections qui tombaient dans de l'huile de façon à éviter l'évaporation. L'échauffement de la cage, dû au courant seul, n'élevait pas sa température de 1°, élévation absolument sans influence sur l'animal. Le second cobaye perdait $6^{gr}$ de son poids en cinq heures, à l'état normal, et $24^{gr}$ dans le même temps, quand le courant passait. Un lapin a perdu $48^{gr}$ en huit heures dans la haute fréquence et seulement $23^{gr}$ durant le même temps, à l'état normal.

» La perte de poids semble donc être plus accentuée pour les animaux de petite taille, sous l'influence du courant. J'indiquerai ultérieurement les raisons de ce phénomène en poursuivant cette intéressante étude. Pour le moment je me borne à signaler ces faits qui montrent que la perte de poids confirme les résultats déjà acquis par l'analyse des produits de la respiration. »

MÉDECINE. — *Effets thérapeutiques des courants à haute fréquence;* par M. A. d'Arsonval.

« Les courants à haute fréquence agissent puissamment pour augmenter l'intensité des combustions organiques, ainsi que je l'ai démontré précédemment. J'ai pensé, dès lors, que cette modalité particulière de l'énergie électrique donnerait de bons effets dans cette classe particulière de maladies, si bien étudiées par mon savant confrère et ami, le professeur Bouchard, sous le nom de *maladies par ralentissement de la nutrition*. Certaines formes du diabète sucré, la goutte, le rhumatisme, l'obésité, etc., sont dans ce cas.

» J'ai donc institué, depuis le commencement de cette année, une série de recherches cliniques sur ce sujet. Les expériences ont lieu à l'Hôtel-Dieu, dans le service dirigé par mon assistant, le docteur Charrin, et sous son contrôle, au point de vue médical. Les résultats obtenus jusqu'ici ont si complètement répondu à mon attente que je crois devoir en signaler quelques-uns dès maintenant.

» Voici dans quel esprit sont instituées ces recherches et quelle a été la marche suivie : je rejette complètement tous les résultats mettant en jeu l'appréciation du malade, pour tenir compte, exclusivement, des modifications physico-chimiques ou cliniques exactement et objectivement mesurables. J'élimine ainsi complètement les améliorations subjectives qui pourraient être attribuables à la suggestion. Cette cause, qu'invoquent trop légèrement certains médecins pour expliquer des cures indéniables dues à l'électricité, n'a aucune part dans les faits que je vais signaler. D'ailleurs, les résultats positifs, obtenus précédemment chez les animaux et que nous allons retrouver chez nos malades, écartent *a priori* cette objection.

» Les observations ci-dessous se rapportent à deux diabétiques et un obèse.

» Les variations de la température ont été prises deux fois par jour, de même que la pression artérielle, qui a été mesurée à l'aide du sphygmomanomètre de notre confrère, le professeur Potain.

» L'analyse des urines a été faite par M. Guillemonat, interne du service, qui a procédé de la façon suivante : chaque jour, sur l'urine émise dans les vingt-quatre heures, on prélève un cinquième, par exemple, du

volume total. Tous les cinq jours, on fait une analyse. Par ce procédé, on a une moyenne qui élimine les causes d'erreur dues aux oscillations journalières de la diurèse. Les précautions sont prises naturellement pour mettre ces urines à l'abri de la décomposition.

» Le coefficient urotoxique de ces urines, coefficient dont on connaît aujourd'hui toute l'importance, grâce aux travaux de M. Bouchard, a été pris dans son laboratoire même par M. Charrin.

» Enfin l'application du courant a été faite avec grands soins, sur mes indications, par M. Bonniot, externe du service, un de mes auditeurs et élève des docteurs Tripier et Apostoli. Toutes les précautions, en un mot, ont été prises pour donner à ces observations le caractère de précision qui doit en assurer la valeur.

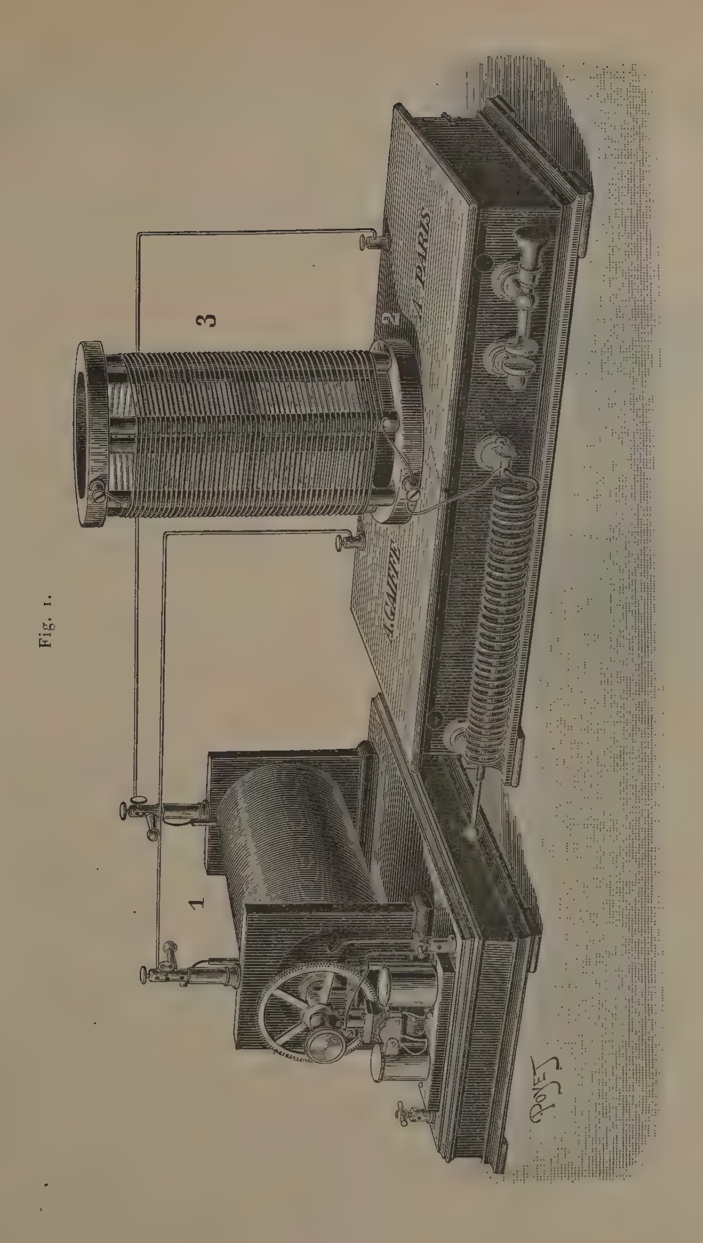
» L'analyse des gaz de la respiration ainsi que la radiation calorimétrique des sujets seront prises également sous peu.

» Deux mots maintenant du dispositif instrumental permettant la production des courants à haute fréquence au lit du malade. Je ne pouvais songer à employer l'appareil si commode décrit dans ma précédente Communication, puisque l'Hôtel-Dieu n'est pas relié au secteur électrique. Pour charger périodiquement le condensateur, j'ai dû avoir recours à la bobine Ruhmkorff, actionnée par des accumulateurs. Le trembleur classique de cet appareil présente un gros inconvénient.

» Sous l'influence du courant énergique qui le traverse, le marteau se soude assez rapidement à l'enclume, et cette fermeture en court circuit amène rapidement la détérioration de la bobine et des accumulateurs, si une surveillance de tous les instants ne vient parer à cet accident. Pour l'éviter, j'ai fait établir par M. Gaiffe la modification suivante, que la figure ci-jointe met en évidence.

» L'enclume, au lieu d'être fixe, tourne d'un mouvement de rotation continu, grâce à un petit moteur électrique animé par une dérivation du courant provenant des accumulateurs. Si le collage se produit, il ne peut se maintenir, et l'interrupteur fonctionne ainsi sans surveillance. La bobine charge les condensateurs plans, reliés en cascade, que contient la boîte plate située à côté de la bobine ; le courant de haute fréquence est capté, comme d'habitude, aux extrémités du solénoïde. Son intensité est réglée en prenant un plus ou moins grand nombre de spires et on la mesure en intercalant dans le circuit le galvanomètre représenté *fig.* 2, construit pour mesurer les courants de haute fréquence. C'est un galvanomètre thermique, composé d'un fil fin dont l'échauffement se traduit par

Fig. 1.

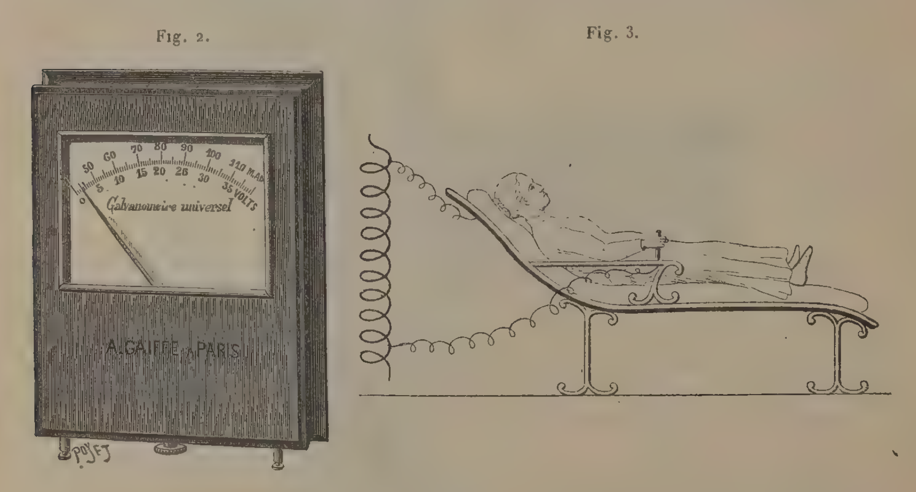


des variations de longueur qu'indique une aiguille mobile sur un cadran, divisé expérimentalement en milliampères d'un côté, en volts de l'autre.

» Cet appareil permet de faire passer à travers l'organisme des courants dont l'intensité dépasse 500 milliampères.

» J'ai indiqué déjà trois procédés principaux pour l'électrisation par les courants à haute fréquence : le premier consiste à amener à la partie du

Fig. 2. Fig. 3.




corps qu'on veut électriser le courant émanant du solénoïde à l'aide de conducteurs terminés par des électrodes appropriées ; le second consiste à plonger le malade dans un solénoïde ne le touchant pas, mais qui induit dans son corps des courants de même fréquence : c'est la méthode de l'autoconduction ou faradisation induite ; dans le troisième, le malade constitue une des armatures d'un condensateur chargé statiquement par le solénoïde, ainsi que le représente la figure ci-jointe.

» Dans les observations ci-dessous, c'est le premier procédé qui a été employé. Le courant émanant du solénoïde traverse le corps entier des pieds aux mains. Un des pôles du solénoïde est en rapport avec l'eau d'un pédiluve où le malade plonge ses deux pieds ; le second pôle est relié aux deux mains par un conducteur bifurqué terminé par des poignées métalliques. Dans ces conditions, le courant est généralisé et son intensité a varié entre 350 et 450 milliampères ; la durée des séances faites quotidiennement, d'abord de dix minutes, a été abaissée successivement à cinq et à trois minutes, suivant l'impressionnabilité des sujets. Ce courant, je le ré-

pète, n'exerce aucune action consciente, soit sur la sensibilité, soit sur la motricité, ce qui fait que les malades se soumettent sans répugnance à son action. Je résume à présent rapidement les observations :

» *Observation I.* — Homme de 33 ans, maçon atteint de diabète grave depuis quatre ans, est mis en observation pendant une quinzaine sans aucun traitement.

» Dans ces conditions, il rendait une moyenne de $11^{lit},300$ d'urine en vingt-quatre heures, contenant $54^{gr}$ de sucre par litre, soit $620^{gr}$ de sucre par jour. La pression artérielle était de $15^{cm}$ de mercure seulement; le pouls à 72 et la température au-dessous de la normale. La toxicité des urines était presque nulle : $250^{gr}$ injectés à un lapin le rendaient à peine malade.

» On applique la haute fréquence par séances quotidiennes de dix minutes. Dès les premiers jours, disparition des douleurs dans les membres, sommeil meilleur non interrompu par la soif ou le besoin d'uriner, plus de cauchemars, clarté plus grande de la vue, retour de la mémoire et lucidité d'esprit rendant la lecture possible. Voilà pour les phénomènes subjectifs. Quant aux phénomènes objectifs : disparition d'un œdème malléolaire remontant jusqu'à mi-jambe, rétrocession d'un certain degré d'ascite et réveil de la sensibilité aux jambes, qui avait complètement disparu.

» Pendant le premier septénaire, peu de modifications du coté de l'urine et de la production de sucre à l'exception de la diurèse, qui se régularise et ne présente plus de sauts brusques, passant de $7^{lit}$ à $13^{lit}$ dans les vingt-quatre heures.

» Dans le second septénaire, tout se modifie rapidement et, après quarante-deux jours de traitement, on constatait les faits suivants : moyenne de la quantité d'urine des vingt-quatre heures, $7^{lit}$; sucre rendu, en vingt-quatre heures, $180^{gr}$; pression artérielle atteignant $25^{cm}$ le vingtième jour, pouls à 104, température s'élevant jusqu'à 38° et se fixant enfin à 37°. Toxicité de l'urine considérablement accrue. Après un mois, $64^{gr}$ tuent $1^{kg}$ d'animal. Enfin, oscillations du poids, qui tombe d'abord de $57^{kg},500$ à $51^{kg}$ pour remonter graduellement à $56^{kg}$.

» *Observation II.* — Femme de 59 ans, diabétique grasse; présence du sucre constatée, il y a deux mois pour la première fois, à la Pitié; soignée à plusieurs reprises pour albuminurie. Actuellement, ni albumine, ni néphrite. Rend $3^{lit},300$ d'urine en vingt-quatre heures, contenant $43^{gr}$ de sucre par litre, soit $137^{gr}$ par jour. Polyphagie, polydypsie, faiblesse générale, courbature et douleurs des membres. Pression artérielle très élevée, de $27^{cm}$ à $30^{cm}$ de mercure pouls lent à 64 par minute, température un peu au-dessus de la normale : oscille de 37°, 3 à 37°, 5. Toxicité des urines : 107 par kilogramme.

» Séances d'électrisation de dix minutes, bien supportées, mais laissant après un grand sentiment de lassitude. Après quinze jours de traitement, pas de variations dans la quantité d'urine éliminée en vingt-quatre heures, mais le sucre a baissé de moitié, $24^{gr}$ par litre au lieu de $43^{gr}$. La pression artérielle descend à $25^{cm}$ de mercure, le pouls monte à 76 ou 80, température peu influencée. Toxicité des urines monte à 87 par kilogramme. Malgré la diminution du sucre, le bien-être ressenti n'est pas aussi grand que chez le malade précédent. On suspend le traitement pendant quelques jours et on

le reprend ensuite avec des séances abaissées successivement comme durée de dix minutes à trois minutes. Le bien-être ressenti est beaucoup plus grand, la malade se sent reposée, dort bien, n'a plus de courbature et le chiffre du sucre tombe à $38^{gr}$ par vingt-quatre heures.

» Ce cas prouve de quelle importance est la technique en pareille matière. Quel doit être le nombre et la durée des séances? Doit-on les espacer, les suspendre? Autant de questions que l'expérience seule pourra trancher.

» *Observation III.* — Il s'agit d'un obèse âgé de 36 ans, cocher pesant $130^{kg}$ et présentant une arythmie cardiaque très marquée. Séances de dix minutes quotidiennes. Mieux pendant quelques jours. Le chiffre de l'urée excrétée s'élève de $33^{gr},72$ à $41^{gr},63$ en vingt-quatre heures. La pression monte de $18^{cm}$ à $20^{cm}$ de mercure et le pouls passe de 72 à 108. Au bout de quinze jours le malade avoue avoir des accès de dyspnée qu'il cachait ayant grande confiance dans ce traitement et ne voulant pas le suspendre; le taux de l'urée baisse et tombe à $24^{gr}$ par jour.

» On suspend les séances pendant une quinzaine et on les reprend avec une durée moindre : trois minutes au lieu de dix. Au bout de quelques jours, les mêmes phénomènes de dyspnée, d'abaissement du taux de l'urée et de la pression sanguine se montrent. On cesse le traitement. Quant à la toxicité des urines, elle a peu varié : 84 au début, 87 à la fin du premier essai.

» Cette observation montre que la haute fréquence agit, comme toujours, puissamment sur la circulation, qu'il existe des contre-indications et qu'enfin la suggestion ne suffit pas pour expliquer les bons effets de l'électricité, puisque ce malade qui n'a pas bénéficié du traitement avait la foi, contrairement aux précédents qui furent tout étonnés de se trouver mieux.

» Si cette voie nouvelle ouverte à la Thérapeutique est pleine de promesses, je dois prévenir les médecins que tout est à faire au point de vue clinique. J'ai montré expérimentalement que la haute fréquence est un puissant modificateur de l'organisme; là se borne, pour le moment, mon rôle de physiologiste.

» J'ajouterai un mot au point de vue théorique. Pourquoi ces courants, dont l'action est si puissante, n'impressionnent-ils pas la sensibilité? Les physiciens disent que la cause en est à leur localisation superficielle. J'ai montré, par des preuves surabondantes, d'ordre physiologique, que ces courants pénètrent profondément, au contraire, dans l'organisme pour impressionner notamment les centres vaso-moteurs. Les physiciens n'ont pas réfléchi que leur explication s'applique seulement aux corps bons conducteurs, comme les métaux. Dans le cas où le conducteur considéré a

seulement la conductibilité du corps humain (inférieure à celle de l'eau salée à 1 pour 100), ces mêmes formules montrent que la répartition du courant doit être sensiblement uniforme dans l'organisme. Il est facile de le vérifier d'ailleurs, comme je l'ai fait avec un cylindre de verre plein d'eau salée, dont les dimensions étaient de $70^{cm}$ de longueur sur $25^{cm}$ de diamètre. La densité du courant, recueilli suivant l'axe ou près de la paroi, ne varie pas d'un centième de sa valeur.

» La véritable explication de l'innocuité des courants à haute fréquence est donc bien d'ordre physiologique, conformément à ce que j'ai dit dès le début. »

ASTRONOMIE. — *Sur cinq photographies de la région entourant η d'Argus;* par M. DAVID GILL.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie diverses photographies de la région entourant l'étoile η d'Argus.

| | |
|---|---|
| 1. Exposition ....... | 6 minutes |
| 2. » ....... | 1 heure |
| 3. » ....... | 3 ½ heures |
| 4. » ....... | 12 heures (en 4 jours différents) |
| 5. » ....... | 24 heures (en 8 jours différents) |

» La Planche n° 1 ne montre pas trace de la nébulosité environnante.

» La Planche n° 2 (qui est le type de la Planche de la *Carte internationale du Ciel*) montre faiblement la partie brillante de la nébuleuse.

» La Planche n° 3, outre une nébulosité étendue, montre plus de 40000 étoiles sur une surface de $2° \times 2°$, ou 10000 étoiles par degré carré.

» La Planche n° 4, outre une nébulosité très étendue, montre plus de 200000 étoiles, ou 50000 étoiles par degré carré.

» Sur la Planche n° 5 se trouve l'impression de la nébulosité beaucoup plus intense, mais non fortement étendue, au delà de celle qui est montrée par le n° 4. Plus de 400000 étoiles (ou 100000 par degré carré) sont visibles.

» Diverses conclusions sont à tirer de ces photographies et d'autres photographies des régions nébuleuses. Elles feront l'objet d'une autre Communication. »

PHYSIQUE. — *Vérification d'ensemble de la loi des états correspondants de Van der Waals.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« La loi des états correspondants de Van der Waals a été dans ces derniers temps l'objet de nombreuses vérifications, les unes satisfaisantes, les autres contestées; ces vérifications ont surtout été relatives aux tensions maxima de vapeurs et aux densités correspondantes; elles n'ont donc porté que sur des limites restreintes de température et de pression; elles ont en outre le grave défaut d'être basées sur les valeurs numériques des constantes critiques qui présentent d'assez grandes incertitudes. D'autre part, l'existence de l'équation réduite se présente comme une propriété purement analytique de la fonction adoptée pour représenter les relations qui existent entre le volume, la pression et la température, et cette fonction ne satisfait aux données expérimentales que dans des limites très restreintes; il se peut que la fonction qui représenterait exactement ces relations jouisse de la même propriété, mais rien n'autorise à l'affirmer, et l'on peut se demander s'il s'agit ici d'une loi véritable, ou simplement d'une loi approchée dans certaines conditions de pression et de température qui avoisinent le point critique; étant donnée l'importance qu'a pris le sujet, il m'a semblé qu'il serait intéressant de soumettre la loi en question à une vérification plus générale que celles qui ont été tentées jusqu'ici; il importe que cette vérification soit indépendante des valeurs numériques des constantes critiques et aussi de toute forme de fonction adoptée pour représenter la relation $f(pvt) = 0$. La méthode suivante réalise ces conditions :

» La loi des états correspondants dans toute sa généralité peut se traduire ainsi : si les réseaux d'isothermes de deux substances quelconques ont été construits à une même échelle, les valeurs numériques des volumes et des pressions étant estimées en prenant pour unités les constantes critiques, les deux réseaux devront pouvoir coïncider; leur superposition devra présenter, quant à l'ordre et à la forme des isothermes, l'apparence d'un réseau fourni par une substance unique.

» Par suite, étant donnés les réseaux de deux substances, tracés à des échelles quelconques et rapportés à des unités quelconques, comme un changement d'unité revient à un changement d'échelle sur les axes de coordonnées, on devra toujours pouvoir rendre l'un des réseaux semblable à l'autre par une extension ou un raccourcissement suivant l'un des axes;

il suffira alors d'agrandir ou de diminuer ce réseau tout en le conservant semblable à lui-même pour que sa coïncidence avec le premier puisse avoir lieu.

» Pour réaliser l'expérience, j'ai d'abord construit de petits réseaux transparents sur verre, en réduisant par la photographie des graphiques d'une grandeur convenable; ces petits réseaux, qui ont de $1^{cm}$ à $2^{cm}$ de côté, s'obtiennent sans difficulté avec une netteté parfaite, même sans employer la gélatine; on les obtient très beaux avec des plaques au lactate d'argent.

» Deux de ces réseaux sont montés sur les pieds d'un banc d'optique, disposés de telle sorte que le premier réseau puisse tourner dans son propre plan afin d'orienter les axes et, aussi, subir des déplacements horizontaux et verticaux, c'est-à-dire parallèlement aux directions de ces axes; le second est disposé de manière à pouvoir tourner autour de chacun des axes ou simplement autour de directions parallèles à ceux-ci; un objectif à long foyer, porté par un troisième pied entre les deux réseaux, permet de projeter par transparence le premier sur le second, comme sur le verre dépoli d'une chambre photographique; l'ensemble est examiné au moyen d'un oculaire placé en avant de ce dernier et porté par le même pied.

» En faisant tourner le premier réseau autour de l'un de ses axes, on raccourcit sa projection sur le second dans le sens de l'autre axe et, conformément à ce qui a été dit plus haut, si la loi est vraie, on devra pouvoir, par une rotation convenable (et l'axe de rotation étant convenablement choisi), obtenir un réseau projeté semblable au second; on pourra alors, en faisant varier les distances des réseaux à l'objectif, donner au réseau projeté une grandeur telle qu'on puisse arriver à le faire coïncider avec le premier; ceci, bien entendu, après quelques tâtonnements dont on acquiert facilement l'habitude.

» Strictement, la projection doit être faite en lumière parallèle afin de ne pas déformer l'angle des axes du réseau projeté; c'est pour réaliser sensiblement cette condition que j'ai opéré avec des réseaux extrêmement petits et un objectif à long foyer; cependant, pour éviter une rotation trop considérable, il est bon de construire les réseaux s'approchant déjà de la similitude cherchée, ce qui pourra toujours se faire par un simple changement de l'échelle de l'un des axes au moyen de constantes critiques approximatives; au surplus on serait toujours averti de toute déformation, quand on produit la superposition des axes de coordonnées.

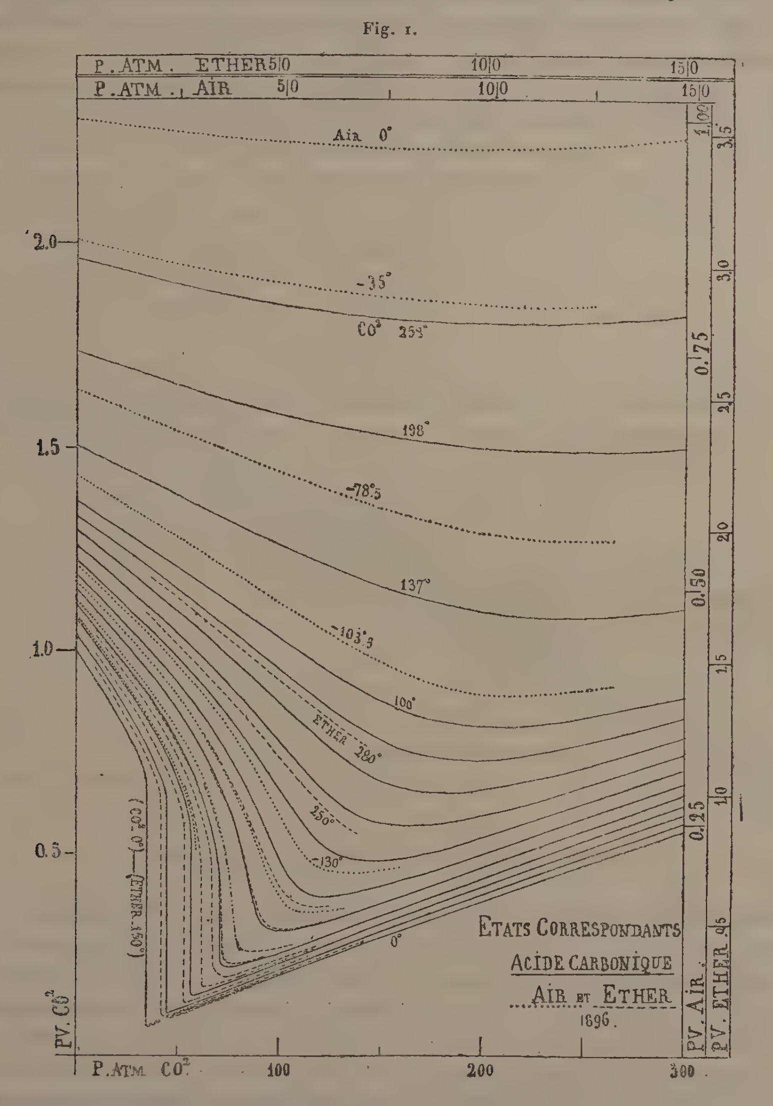
» Pour faire ces expériences, j'ai choisi naturellement les corps dont on possède les données les plus étendues : l'acide carbonique et l'éthylène, dont j'ai donné les réseaux jusqu'à 1000 atmosphères, et qui comprennent les points critiques, se prêtent très bien à ces vérifications; malheureusement, les données des autres gaz que j'ai étudiés même dans des limites plus étendues, comme l'oxygène, l'azote, l'air, l'hydrogène, ne sauraient se prêter à une comparaison utile, même l'oxygène, car leurs isothermes les plus basses (0°) sont déjà, en prenant les températures correspondantes, en dehors du réseau de l'acide carbonique; les réseaux n'auraient aucune partie commune; quant aux résultats que j'ai donnés relativement à un assez grand nombre de liquides, ils ne se rapportent qu'à l'état liquide proprement dit, et ne sauraient non plus être utilisés pour ces recherches; enfin les données expérimentales actuelles, qui pourraient fournir les éléments d'une comparaison utile sont extrêmement rares et toujours trop limitées sous le rapport des pressions; celles qui m'ont paru les plus intéressantes dans le cas actuel, et que j'ai utilisées, sont les isothermes relatives à l'éther (entre 150° et 280°), dues à MM. W. Ramsay et S. Young, et celles relatives à l'air (de 0° à —150°) dues à M. Witkowski; toutes ces isothermes, par suite de la correspondance des températures, tombent dans les limites du réseau de l'acide carbonique et même, en général, dans la partie la plus intéressante qui encadre le point critique. On se trouve donc ainsi dans le cas particulièrement heureux d'avoir à comparer des isothermes dont les températures absolues diffèrent de près de 400°; malheureusement les limites des pressions sont trop restreintes.

» J'aurais pu photographier directement la superposition des réseaux, mais cela présentait des difficultés; j'ai préféré reproduire le phénomène sur un graphique d'assez grandes dimensions, ce qui ne présentait aucune difficulté, car les axes des réseaux portent des échelles chiffrées, dont la correspondance pendant la superposition fournit tous les éléments nécessaires au calcul de la déformation et de la grandeur relative du réseau projeté; les figures qui suivent sont la réduction des graphiques ainsi obtenus.

» J'ai réuni sur un même diagramme (*fig.* 1) les résultats de la comparaison de l'air et de l'éther à l'acide carbonique; les isothermes de ce dernier corps sont tracées en traits pleins, celles de l'éther en traits interrompus, et celles de l'air en pointillé. On voit que l'ensemble est favorable à la loi, malgré quelques légers défauts qui s'expliquent assez par la difficulté des expériences. L'isotherme à zéro de l'acide carbonique est presque su-

perposée sur celle de l'éther à 150°, et les suivantes se présentent bien dans l'ordre voulu et avec la même allure ; on remarquera le parallélisme

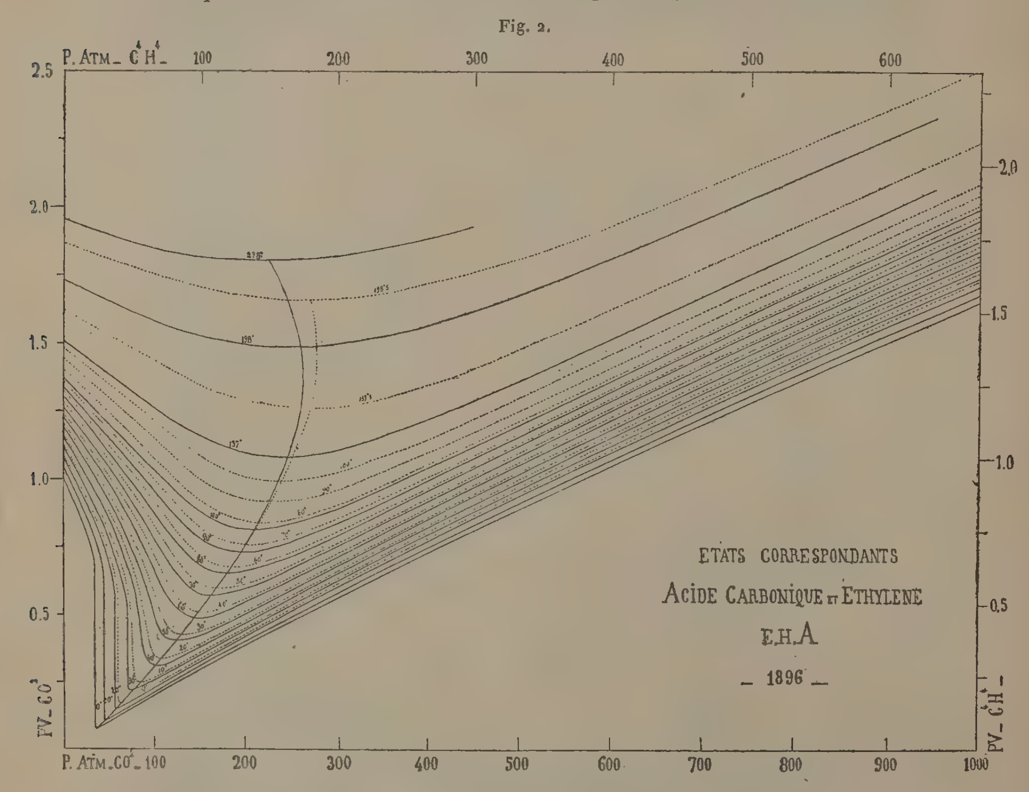
Fig. 1.




de la naissance des parties quasi rectilignes, malheureusement trop courtes, qui partent du lieu des ordonnées minima.

» La *fig.* 2 reproduit la coïncidence qui m'a paru la plus satisfaisante entre les réseaux de l'acide carbonique et de l'éthylène ($CO^2$ en traits pleins); l'aspect général dispense de toute explication; l'ensemble est bien celui d'un réseau unique, à des détails près, qui s'expliquent par des erreurs expérimentales de l'ordre dont on ne peut répondre. On remarquera

Fig. 2.




cependant que les lieux des ordonnées minima se séparent nettement à la partie supérieure, mais il faut bien remarquer que l'aplatissement des courbes, du reste peu nombreuses, de cette région (deux pour l'acétylène) laisse une certaine latitude dans la détermination des points de contact des tangentes horizontales, qui sont ici ceux que j'ai donnés dans mon Mémoire; il suffirait, pour faire coïncider les deux courbes, d'une déformation des isothermes répondant à des différences expérimentales extrêmement faibles; à la partie inférieure, jusqu'à 100°, là où les minima sont bien déterminés, les deux courbes sont superposées.

» En résumé, dans les cas qui viennent d'être examinés, la loi de Van der Waals paraît vérifiée au degré d'approximation que comportent les expériences; il est extrêmement regrettable que la Science ne possède pas les données expérimentales nécessaires pour généraliser ces observations; par suite, il serait peut-être prudent de faire des réserves en vue des cas anormaux, analogues, par exemple, à ceux que présentent les densités de vapeur; mais ces cas particuliers ne sauraient diminuer l'importance du résultat que les vérifications qui précèdent paraissent présenter dans toute sa généralité comme une véritable loi, l'une des plus belles et des plus importantes de la Physique moléculaire. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Hind*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Christie obtient. . . . . . . . . . . 41 suffrages,

M. **Christie**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est proclamé élu.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle théorie capillaire.* Extrait d'une Lettre accompagnant l'envoi du Mémoire, adressée à M. A. Cornu, par M. **Marcellin Langlois.**

(Commissaires : MM. Friedel, Potier, Sarrau.)

« ..... Quant aux travaux que j'avais commencés alors, je ne les ai point non plus négligés et, même aujourd'hui, j'ai résolu la plus grande partie des difficultés qui m'empêchaient de leur donner toute l'extension qu'ils comportent.

» Persuadé que les singularités que je rencontrais, à chaque instant, dans l'étude des variations des chaleurs spécifiques, par exemple, et des propriétés physiques correspondantes, provenaient du mode d'action de l'énergie intérieure aux atomes eux-mêmes, j'ai abordé la question par la

Thermochimie, avec des vues particulières qui m'avaient été fournies par l'étude des explosifs. Après quatre ans de minutieuses recherches et après avoir passé en revue toute la Chimie, j'ai pu arriver à établir, pour la Thermochimie elle-même, le principe des proportions définies et à fixer pour les corps simples dans leur état actuel, c'est-à-dire à la température de 15°, la distribution de l'énergie interne de leurs atomes. Ceux-ci sont constitués par des éléments condensés formant noyau en quelque sorte, ayant épuisé leur énergie antérieure et l'ayant transformée en énergie d'agrégation, et il reste d'autres éléments, d'autres hypoatomes, non combinés au noyau et ayant conservé leur énergie disponible.

» Pour ceux-là, $a$, $b$, $c$, $d$ par exemple, ils se combinent dans certains cas progressivement, dans certains cas tous à la fois. Il peut n'y avoir, par exemple, que $a$ qui se condense, puis c'est ensuite $a + b$, puis $a + b + c$, puis $a + b + c + d$, mais l'ordre de la condensation est toujours le même, de $a$ à $d$ et jamais de $d$ à $a$. Chacun de ces éléments met en liberté, dans sa condensation, une quantité de chaleur fixe, bien définie, indépendante de la température.

» $a$ dégage $\alpha$; $b$ dégage $\beta$, et ainsi de suite.

» Dans certains cas, pour faire entrer l'atome d'un corps simple dans une combinaison chimique, il faut lui céder au contraire de l'énergie, dissocier certains hypoatomes liés à son noyau et leur restituer à chacun la quantité de chaleur qui lui est spéciale, et qu'il avait dégagée en se combinant au noyau, pour former le corps simple dans son état actuel, avec ses liaisons atomiques et moléculaires caractéristiques.

» Après avoir déterminé pour chaque corps simple ces unités thermochimiques caractéristiques des énergies internes, sources de l'affinité, j'ai pris tous les corps composés pour lesquels on a des données thermochimiques sur la chaleur de formation, à partir des éléments, et actuellement leur nombre est déjà extrêmement grand, et j'ai fixé la part exacte d'énergie apportée par chaque élément dans la formation du corps. Cette énergie est caractérisée par les précédentes unités telles que $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$, et l'on peut avoir, par exemple, $\alpha$ ou $\alpha + \beta$ ou $\alpha + \beta + \gamma$ ou, enfin, $\alpha + \beta + \gamma + \delta$, l'élément entrant dans la formation de *tous* les corps composés dont il fait partie avec l'une ou l'autre de ces unités, mais jamais avec d'autres ni avec des valeurs intermédiaires, susceptibles d'une variation continue. Les valeurs sont bien déterminées, définies : ce sont des unités.

» Le développement de l'affinité apparaît alors d'une façon remarquable et il peut être caractérisé de façon très nette, même dans les sels

doubles, les sels hydratés, où les variations sont cependant quelquefois si faibles.

» Aujourd'hui les résultats que j'ai obtenus sont absolument précis, et je n'y suis pas arrivé sans difficultés, à cause d'une part de la multitude de comparaisons à laquelle il me fallait procéder pour établir les unités thermochimiques, à cause de maintes erreurs d'impression, ou autres, qu'on trouve dans les Tableaux de Thermochimie et, dans certains cas, par le peu d'importance que les chimistes apportent, le plus souvent, à la détermination exacte de la composition des sulfures précipités, par exemple.

» Mais je pense pouvoir vous envoyer bientôt un résumé, aussi succinct que possible, de ces recherches relatives à l'affinité.

» Je vous ferai seulement remarquer que, dans l'ordre d'idées que je viens de vous indiquer, si l'on chauffe un corps, sa chaleur spécifique est susceptible de variation, puisqu'il peut s'y produire des dissociations d'éléments hypoatomiques, qui font précisément que la chaleur spécifique augmente en général avec la température et que, alors, on peut déterminer cette variation grâce aux précédentes unités, ce qu'on ne pouvait pas faire auparavant.

» Ces recherches ont été complétées par la détermination des lois de l'explosion, de la dissociation, que j'ai complétées et développées dans ces derniers temps ; mais aujourd'hui je vous ferai parvenir, en même temps que cette lettre, un Mémoire que j'ai résumé autant qu'il est possible, et se rapportant à mes recherches sur la capillarité.

» Vous y trouverez la détermination de la loi fondamentale de la tension superficielle des liquides et l'origine même de cette tension. J'y ai joint la relation qu'on a cherché depuis longtemps à établir entre la tension superficielle et la chaleur de vaporisation..... »

## CORRESPONDANCE.

M. Backhuyzen, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. D. Loiseau demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui, le 6 mars 1888, et inscrit sous le numéro 4269.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une « Note sur

quelques propriétés de la raffinose, servant de base à une méthode de dosage de cette substance, de la dextrine et de la saccharine dans les produits sucrés ».

(Renvoi à l'examen de M. Friedel.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles ordinaires du premier ordre* Note de M. **A. Korkine**, présentée par M. Hermite.

« Dans les *Comptes rendus* (8 juin 1896), M. Painlevé a fait paraître une Note concernant les équations différentielles et les résultats que j'ai fait connaître dans une autre Note (*Comptes rendus*, 26 mai 1896).

» Il dit avoir traité une question plus générale antérieurement et en avoir donné la solution. Il me semble qu'il y a un malentendu ; je ne connais, jusqu'à présent, d'autre solution de la question que j'ai posée, que celle qui est donnée dans ma Note. Il suffit de faire sur la Note de M. Painlevé les remarques suivantes :

» D'abord, il confond mon problème avec celui qu'il énonce au commencement de sa Note (p. 1320). En conservant les lettres et les numéros des équations de sa Note, je dois dire que je n'ai point pour but de reconnaître si l'équation différentielle *donnée* (1) a pour intégrale l'équation (2). Au contraire, la forme des équations (1) et (2) étant donnée, je cherche toutes les valeurs possibles des différentes quantités indéterminées qu'elles renferment en fonction de $x$, ce qui est un problème tout différent.

» Ensuite, M. Painlevé dit que les constantes désignées dans sa Note par $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ doivent, dans ma méthode, être *toutes distinctes*. En cela, il se trompe. Elles peuvent avoir des valeurs données quelconques, réelles ou imaginaires, égales entre elles ou différentes. Cela est démontré dans mon Mémoire, qui va paraître, et peut être confirmé par autant d'exemples qu'on voudra. Cette inadvertance sur les valeurs de $\lambda_1$, $\lambda_2, \ldots, \lambda_n$ le conduit à d'autres. Voici le théorème que M. Painlevé avance, comme servant de base à sa méthode :

« Quand l'intégrale est de la forme (2), il existe un multiplicateur
» $M(y, x)$ du binome $Q\,dy - P\,dx$, qui est un polynome en $y$ du degré
» égal à $n-(q+1)$ ou à $n-(q+2)$ suivant que $\Sigma\lambda$ est différente de zéro
» ou égale à zéro. »

» Les nombres $q$ et $n$ étant donnés et le mot *polynome* désignant une fonction entière, il est évident que cette proposition est inexacte. Je sup-

pose, bien entendu, que les valeurs de $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ sont arbitraires, comme cela est dans ma Note, et comme les définit M. Painlevé lui-même, avec cette différence que, chez moi, elles sont données, et il les regarde comme inconnues.

» Il avance ensuite que « les fonctions $g_1, g_2, \ldots, g_n$ s'obtiennent algé-
» briquement en fonction des coefficients de P et Q ». Cela est inexact. Il suffit, pour s'en convaincre, de faire l'inspection des résultats de ma Note et de remarquer que les expressions de ces fonctions contiennent encore la quantité $\int p_0\,dx$, qui est arbitraire.

» Plus loin (p. 1321), M. Painlevé énonce ce théorème :

» *Étant donnée l'équation* (1), *on peut toujours reconnaître, à l'aide d'un nombre fini d'opérations rationnelles, si son intégrale est de la forme* (2) (*l'entier n étant donné*). *En particulier, on sait toujours reconnaître si l'intégrale se laisse mettre sous la forme de M. Korkine* ($h = 1, \lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \ldots \neq \lambda_n$) *et, quand il en est ainsi, cette intégrale s'obtient algébriquement.*

» Quoique ce théorème n'ait aucun rapport avec mon problème, qui est tout autre, il semble que c'est là encore un malentendu de l'auteur.

» Enfin, je passe à une autre question, que l'auteur se propose, et qui paraît avoir quelque rapport avec mon problème. Il dit : « Posons-nous main-
» tenant le problème inverse : Former toutes les équations (1) dont les
» coefficients soient, par exemple, rationnels en $x$, et dont l'intégrale se
» laisse mettre sous la forme (2). » Comme l'auteur prétend déduire la résolution de mon problème, en résolvant celui-ci, je remarque d'abord que je ne me borne point aux coefficients *rationnels en $x$*; je les suppose au contraire quelconques, de sorte que, si l'on avait même une solution *véritable* du problème proposé par M. Painlevé, on n'en déduirait pas encore celle du mien.

» Or M. Painlevé fait à sa question cette réponse : « Toutes les équa-
» tions (1) cherchées s'obtiennent par un des trois procédés suivants : 1° En
» dérivant l'égalité $h(x)$, $G_1(y,x)^{\lambda_1}$, ..., $G_m(y,x)^{\lambda_m} = C$, etc. » Quoique l'auteur ne définisse point les polynomes $G_1, G_2, \ldots, G_m$, il est évident que la dernière égalité est une équation intégrale. L'idée de se servir de la différentiation des équations intégrales, pour en déduire des quantités inconnues, qui entrent en partie dans les équations différentielles et en partie dans les équations intégrales, n'est point neuve. C'est de cette manière, par exemple, qu'on détermine les forces en supposant connu le mouvement

des masses données. Mais il y a loin de cette idée à une méthode. Comme on peut faire les différentiations en nombre quelconque, on obtient une infinité d'équations entre les inconnues du problème. Ces inconnues étant en nombre fini, il y aura une infinité d'équations, qui sont des conséquences des autres. C'est pourquoi les auteurs, en se servant de cette idée pour en déduire une méthode, ont toujours soin de choisir un certain nombre d'équations essentiellement différentes, qui déterminent complètement les inconnues. Ils démontrent de plus que, parmi les autres équations, il n'y en a point qui les contredisent. Dans le problème que se propose M. Painlevé, ce choix est complètement impraticable.

» Ainsi ma question, loin d'avoir reçu une solution antérieure quelconque, n'en a jusqu'à présent d'autre que celle contenue dans ma Note.

» Comme le Mémoire qui contient la démonstration de mes résultats est déjà envoyé pour être imprimé, je ne puis répondre à M. Painlevé avec plus de détails que dans une autre occasion. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les attractions locales observées en diverses parties de l'Europe orientale.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. d'Abbadie.

« Le cinquante-troisième Volume des *Mémoires de la Section topographique de l'État-Major général russe,* qui vient de paraître, contient deux vastes études sur les attractions locales observées dans la Bulgarie et en Crimée. Le première série de travaux appartient à MM. Lébédeff, Zinger et Pomérantzeff; la seconde à M. Coulberg. Voici quelques détails sur les opérations géodésiques qui ont eu lieu dans la *Bulgarie* en 1877-1879. M. Lébédeff, directeur de ces opérations, publia deux volumes sur les résultats numériques : 1° des observations astronomiques et 2° de la triangulation ; l'Académie les possède. Après sa mort, MM. le professeur Zinger et le colonel Pomérantzeff publièrent le troisième volume, qui contient les résultats du calcul des attractions locales étudiées en 48 localités, situées entre le Danube et la mer de Marmara, depuis la mer Noire jusqu'au méridien des Portes-de-Fer. Voici les chiffres qui donnent la mesure de l'influence de l'attraction des montagnes sur le pendule, à savoir l'angle de déviation de ce pendule à la ligne verticale :

| Nos. | Localités. | Déclinaisons en latitude. | Déclinaisons en longitude. | Nos. | Localités. | Déclinaisons en latitude. | Déclinaisons en longitude. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Kustindji ...... | + 0",46 | — 4",57 | 25. | Triavna........ | — 6",45 | + 2",46 |
| 2. | Silistrie ....... | — 3,32 | — 0,37 | 26. | Etropol........ | — 8,92 | + 1,56 |
| 3. | Kapitanowetz .. | — 0,53 | » | 27. | Zlatitza......... | + 7,30 | — 1,67 |
| 4. | Widdin........ | — 1,44 | + 3,28 | 28. | Schipka ....... | +10,47 | + 1,08 |
| 5. | Roustchouk .... | — 2,37 | — 2,13 | 29. | Aïdos .......... | + 2,92 | + 1,31 |
| 6. | Rakowo ....... | — 4,23 | + 1,17 | 30. | Sophia......... | — 5,69 | + 2,58 |
| 7. | Sistowo........ | — 4,55 | + 0,22 | 31. | Sliwno......... | +12,16 | + 4,06 |
| 8. | Bazardjik...... | — 0,39 | — 1,63 | 32. | Carnabad ...... | — 0,45 | + 1,94 |
| 9. | Plevna......... | — 4,85 | — 0,77 | 33. | Carlovo........ | +18,56 | — 5,19 |
| 10. | Schoumla...... | — 0,62 | + 5,78 | 34. | Kazanlyk ...... | + 6,32 | + 1,54 |
| 11. | Berkowetz ..... | — 12.27 | +14,25 | 35. | Kalofère....... | +13,32 | — 1,36 |
| 12. | Wratza........ | —14,49 | +11,26 | 36. | Radomir....... | + 1,22 | — 3,26 |
| 13. | Varna ......... | + 4,17 | + 7,32 | 37. | Bourgas ....... | — 0,19 | + 3,11 |
| 14. | Pravody....... | + 2,29 | + 1,59 | 38. | Jénizagra ...... | + 5,02 | + 2,19 |
| 15. | Lowtcha....... | — 8,10 | + 2,26 | 39. | Yambol........ | + 2,54 | + 0,63 |
| 16. | Osman-Bazar... | — 4,68 | + 2,13 | 40. | Ikhtiman ...... | — 2,83 | + 6,29 |
| 17. | Tyrnov........ | — 4,13 | + 1,25 | 41. | Samakov....... | —11,51 | + 2,96 |
| 18. | Selwi.......... | — 5,00 | + 0,60 | 42. | Kestendil ...... | — 4,77 | + 7,21 |
| 19. | Éléne.......... | — 5,19 | + 1,00 | 43. | Doubnitza ..... | — 4,66 | —13,19 |
| 20. | Tétéwène...... | — 8,34 | — 1,72 | 44. | Tatar-Bazardjick | — 5,86 | + 8,01 |
| 21. | Orkhanié...... | — 8,99 | + 1,15 | 45. | Philppopol..... | — 7,15 | + 5,17 |
| 22. | Kotel.......... | — 0,31 | + 3,27 | 46. | Djoumaya...... | + 0,69 | —18,82 |
| 23. | Troyan ........ | — 9,36 | + 3,92 | 47. | Adrianople..... | + 2,30 | — 0,87 |
| 24. | Gabrovo....... | — 7,46 | + 0,56 | 48. | Constantinople . | + 3,87 | — 2,00 |

» Les localités y sont rangées d'après leurs latitudes, du nord (Kustindji, 44°10'31") au sud (Constantinople, 41°0'57") : cela empêche d'en tirer quelques résultats physico-géographiques. Mais, si l'on prend la carte hypsométrique de la Bulgarie, qui accompagne le volume, et qu'on la place en regard de notre Tableau, on voit immédiatement que les déviations du pendule varient selon la position des localités et en rapport direct du rapprochement des lieux d'observations aux montagnes. Il y a pourtant des exceptions : les auteurs du Mémoire ont consacré plusieurs pages à leur examen et ont prouvé que les contradictions apparentes s'expliquent parfaitement en prenant en considération non seulement les montagnes voisines, mais aussi les massifs éloignés des lieux d'observation. Il ne faut pas oublier qu'entre le Danube et la mer de Marmara il y a deux chaînes de montagnes : les Balkans et les monts Rodop ; et trois vallées : celles du

Danube, de la Maritza et du littoral Phracien, et que le relief du pays est plus accidenté à l'ouest qu'à l'est du méridien central de la Bulgarie.

» Dans la *Crimée,* les observations de M. Coulberg prouvent que la chaîne de montagnes Yaïla, qui s'étend du sud-ouest au nord-est, attire le pendule avec d'autant plus de force que sa pente voisine est plus abrupte et que la hauteur du massif attirant est plus grande. Voici les différences entre les résultats des travaux astronomiques et géodésiques dans quelques localités de la presqu'île criméenne :

| | Latitude | | |
|---|---|---|---|
| | astronomique. | géodésique. | Différence. |
| 1. Kertch.......... | 45°.21'. 4",9 | 45°.21'. 2",7 | + 2",2 |
| 2. Théodosie....... | 45. 3. 2,0 | 45. 3.12,7 | + 7,3 |
| 3. Crinitchki....... | 45. 4. 8,5 | 45. 3.59,5 | + 9,0 |
| 4. Khan-Eli........ | 44.58.43,1 | 44.58.43,1 | + 5,0 |
| 5. Simféropol....... | 44.57.12,7 | 44.57.12,7 | + 3,5 |

» Toutes ces localités se trouvent au nord de la crête; les cinq suivantes au sud :

| | Latitude | | |
|---|---|---|---|
| | astronomique. | géodésique. | Différence. |
| 6. Alouchta....... | 44°.40'.12",0 | 44°.40'.21",0 | — 18",9 |
| 7. Yalta.......... | 44.29.17,3 | 44.29.35,5 | — 28,2 |
| 8. Aloupka....... | 44.24.53,8 | 44.25.29,2 | — 35,4 |
| 9. Kékéneïz...... | 44.23.59,0 | 44.24.33,9 | — 34,9 |
| 10. Balaklava...... | 44.29.41,6 | 44.29.54,1 | — 12,5 |

» La déviation du pendule à la ligne verticale se manifeste aussi en Crimée, lorsqu'on se déplace de l'ouest à l'est et toujours sous l'influence des montagnes les plus rapprochées. On a la différence des *longitudes* astronomiques et géodésiques :

| | | | |
|---|---|---|---|
| A Kertch......... | + 4",9 | A Alouchta....... | + 32",3 |
| » Théodosia...... | + 14,0 | » Yalta.......... | + 30,5 |

Balaklava............. .... — 12",8

» La Carte hypsométrique du pays explique toutes ces variations. »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction et la diffraction des rayons X.* Note de M. Gouy.

« Dans une Note antérieure ([1]), j'ai fait connaître le dispositif d'une source linéaire de rayons X, et son application à l'étude de la réfraction. J'ai repris ces expériences avec divers perfectionnements qui portent, soit sur la source elle-même, soit sur les appareils accessoires.

» Deux séries ont été faites, la première sur des corps assez transparents, la seconde sur des corps presque opaques, qui ne paraissent pas avoir été examinés encore à ce point de vue. Les fils de platine qui portent ombre sur la plaque photographique sont au nombre de 2, chacun muni d'un prisme; leur rectitude est rigoureusement contrôlée. Les mesures de la distance des deux images apprennent si ces distances sont rectilignes. Les fils ont $40^{\mu}$ de diamètre et sont à $2^{m},50$ de la plaque, qui est elle-même à $5^{m}$ de la source; dans la seconde série, ces distances ont été réduites au dixième. Les ombres ou images sont assez nettes pour supporter un grossissement de 10 fois, et être mesurées à quelques microns près.

» Les écarts produits par la réfraction ne dépassent pas quelques microns, et l'indice $n$ calculé d'après ces écarts est indiqué ci-après :

| | Substances. | $(n-1)10^6$. |
|---|---|---|
| Première série. | Aluminium........ | — 0,46 |
| | Crown-glass....... | — 0,69 |
| | Ébonite........... | — 0,40 |
| | Soufre............ | + 0,69 |
| | Cire vierge........ | + 0,30 |
| Seconde série. | Flint-glass........ | + 7,0 |
| | Fer............... | —17,5 |
| | Zinc............. | +10,5 |

» Pour les corps assez transparents (première série), les déviations observées ne sont que des fractions de seconde, et l'indice excède l'unité de moins de $\frac{1}{1000000}$. Les écarts sont trop petits pour qu'on puisse en répondre

([1]) *Comptes rendus*, 26 mai 1896.

ici; je conclurai donc que la réfraction est insensible, et qu'il faudrait la chercher dans la septième décimale de l'indice.

» Dans la seconde série, les écarts ne dépassent pas non plus les erreurs admissibles, mais l'approximation sur $n - 1$ est encore 20 fois moindre.

» Je me suis occupé aussi de la diffraction. Dans les expériences précédentes (première série), la lumière donnerait des ombres extrêmement faibles, et larges de plusieurs centimètres; cette remarque montre que la diffraction est nulle ou peu considérable, comme on le savait déjà. Pour soumettre la question à une épreuve rigoureuse, j'ai étudié l'épanouissement du faisceau passant par une fente étroite.

» Je rapporterai, entre autres, l'expérience suivante : une fente de $45^{\mu}$ de largeur est placée à $2^{m},50$ de la plaque, qui est elle-même à $5^{m}$ de la source. L'examen de l'image montre qu'elle occupe presque tout entière une largeur de $110^{\mu}$ à $120^{\mu}$, ce qui est en dehors étant peu de chose, et assurément moins de $\frac{1}{4}$ de l'intensité maximum.

» Supposons que la diffraction existe comme pour la lumière, et que la longueur d'onde soit $0^{\mu},005$; en calculant les intensités relatives aux divers points, on s'assure que ces nombres définissent une bande bien plus large. Ainsi, en s'arrêtant aux points où l'intensité est $\frac{1}{4}$ du maximum, on aurait une largeur de $340^{\mu}$, soit 3 fois l'évaluation précédente.

» Il est donc établi avec certitude que, si la diffraction existe comme pour la lumière, la longueur d'onde des rayons X est considérablement plus petite que $0^{\mu},005$, qui représente $\frac{1}{100}$ de la longueur d'onde du vert.

» Rien n'indique du reste qu'il existe une diffraction quelconque, l'excès de largeur de la raie sur la largeur théorique ($90^{\mu}$) s'expliquant naturellement par les dimensions de la source, le grain du cliché et les petits mouvements de l'appareil pendant la pose de quatre heures. »

PHYSIQUE. — *Composition des mouvements pendulaires.* Note de MM. **Jean** et **Louis Lecarme**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous nous proposons d'étudier les mouvements pendulaires d'après la courbe tracée par les pendules eux-mêmes.

» Deux pendules oscillent dans deux azimuts rectangulaires ou obliques. L'un d'eux a une longueur fixe, l'autre une longueur variable. Un réglage convenable de ce dernier permet d'obtenir des oscillations dont les durées

soient à celles du premier pendule dans un rapport donné. L'un des pendules porte une plaque de verre enfumée; l'autre, un style d'acier inscrivant son mouvement sur la glace. On obtient ainsi les mêmes courbes que Lissajous ([1]).

» Une glace de verre, dont la surface est bien unie, est exposée pendant une ou deux minutes à la vapeur de pétrole brûlant incomplètement dans un courant d'air lent. Les hydrocarbures qui se déposent forment une couche mate, huileuse, très fine, qui facilite le glissement du style. La plaque enfumée étant placée sur l'un des pendules, ceux-ci sont mis en mouvement simultanément ou successivement, suivant la différence de phase à obtenir : lorsque les oscillations sont sensiblement isochrones, le style vient tomber sur la plaque, grâce à la suppression d'un contrepoids de quelques décigrammes. Le mouvement du pendule ayant cessé, le noir de fumée est fixé sur la plaque à l'aide d'une solution de vernis au copal dans l'alcool méthylique. La couche étant ainsi rendue inaltérable, le cliché obtenu permet de tirer directement sur papier sensible un nombre indéfini d'épreuves.

» Les pendules sont constitués par des règles rigides en chêne ciré, non hygrométriques et se dilatant peu ; une double équerre, munie de pointes reposant sur des godets métalliques, forme axe. La longueur du pendule variable se détermine au moyen d'un double écrou à vis de rappel.

» Le style se compose d'une plaque de liège en losange, traversée suivant la petite diagonale par un axe en acier qui l'oblige à se déplacer dans un plan vertical. L'une des extrémités est munie d'une fine aiguille inclinée à 60° ; l'autre, d'un curseur permettant le déplacement du centre de gravité.

» Enfin les deux pendules peuvent être remplacés par un seul, suspendu à la cardan : par un réglage convenable des moments d'inertie du pendule du cardan, on obtient les mêmes courbes qu'avec un pendule simple. Ce dispositif a l'avantage de permettre la combinaison d'un nombre illimité de pendules, combinés sous forme de deux séries de cardans superposés, oscillant dans des plans différents. On peut également se servir de pendules de torsion dont les oscillations sont plus lentes.

---

([1]) Cette méthode est une application du dispositif expérimental employé par M. Colomb, commandant d'artillerie à Bourges, dans ses études sur la gravitation. Les détails qu'il nous a communiqués nous ont permis d'obtenir rapidement ces résultats, grâce à quelques perfectionnements de détail.

» Le temps se trouve éliminé dans les courbes. Pour les étudier d'une façon plus complète, nous nous proposons de l'introduire par un procédé que nous décrirons prochainement.

ACOUSTIQUE. — *Expériences comparatives sur la hauteur des sons rendus par des tiges cylindriques entaillées, ou perforées ou rendues coniques, vibrant transversalement.* Note de M. C. **Decharme**. (Extrait par l'auteur.)

« Des diverses séries d'expériences que j'ai faites sur les tiges cylindriques entaillées, ou perforées ou rendues coniques, exposées dans le Mémoire, je citerai seulement la plus importante, celle qui est relative aux tiges à entailles de profondeur constante et de largeur croissante.

» Deux tiges cylindriques en acier fondu, prises dans le même morceau de métal, ajustées avec précision, avaient même longueur, $0^{m},24$, même diamètre, $0^{m},012$ et, par une heureuse coïncidence, rendaient l'une et l'autre exactement, comme son fondamental, l'$ut_5 = 2069,2$ vibrations simples par seconde (gamme tempérée).

» A défaut d'appareil enregistreur des vibrations, la hauteur des sons rendus par nos tiges a été comparée à celle des notes d'un piano accordé au diapason normal $la_3 = 870$ vibrations simples [1].

» Sur la première de ces tiges, des entailles, perpendiculaires à l'axe, ont été faites de $2^{cm}$ en $2^{cm}$, en allant du milieu de la tige jusqu'aux extrémités, à la profondeur de $3^{mm}$, ce qui a réduit le diamètre à $6^{mm}$ dans ces intervalles, c'est-à-dire à la moitié du diamètre primitif.

» Sur la seconde tige, des entailles égales et de même profondeur ont été creusées, de centimètre en centimètre, en allant de chaque extrémité jusqu'au milieu de la tige.

» Le Tableau suivant donne les hauteurs des sons rendus par ces tiges.

---

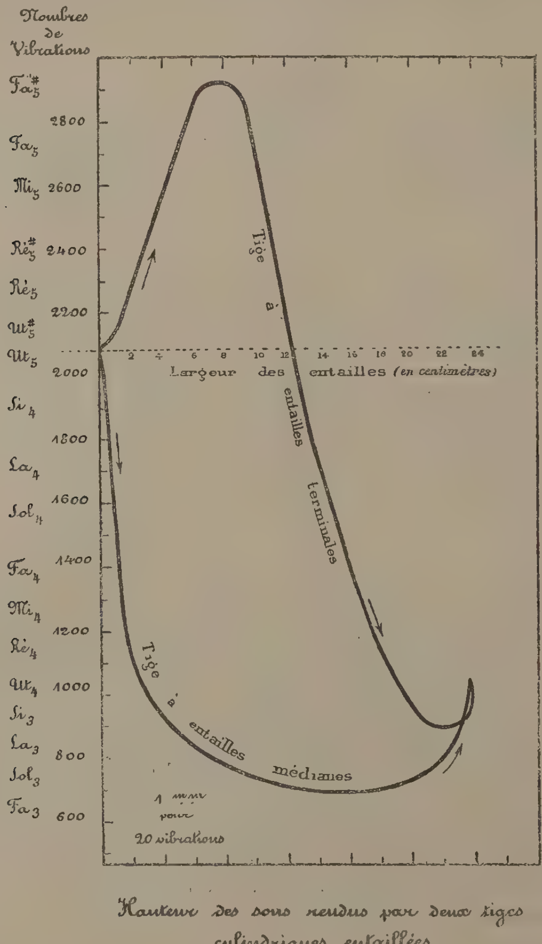
[1] Pour faire vibrer ces tiges transversalement, on les posait, selon leurs nodales, sur les arêtes de deux prismes en liège (procédé de M. Lissajous pour les vibrations transversales des verges prismatiques), et on les frappait au milieu avec un petit marteau en liège.

| Largeur des entailles. | Sons rendus par la tige à entailles médianes. | Nombre de vibrations d'après la courbe. | Sons rendus par la tige à entailles terminales. | Nombre de vibrations d'après la courbe. |
|---|---|---|---|---|
| cm | v.s. | v.s. | v. s. | v.s. |
| 0 | $ut_5 = 2069,2$.... | 2069 | $ut_5 = 2069,2$... | 1069 |
| 2 | $> ut_4 = 1034,6$.... | 1056 | $ut_5^\sharp = 2192,2$... | 2192 |
| 4 | $> la_3 = 870,0$.... | 892 | { $> ré_5^\sharp = 2460,0$...<br>$< mi_5 = 2607,0$... } | 2565 |
| 6 | $> sol_3 = 775,0$.... | 800 | $> fa_5 = 2762,0$... | 2810 |
| 8 | $> fa_3^\sharp = 725,6$.... | 752 | { entre $fa_5$<br>et $fa_5^\sharp = 2926,0$ }. | max. 2862 |
| 10 | $> fa_3 = 690,0$.... | 724 | $> mi_5 = 2607,0$... | 2635 |
| 12 | $> fa_3 = 690,0$.... | 700 | $ut_5 = 2069,2$... | 2069 |
| 14 | $< fa_3 = 690,0$.... | 685 | $> sol_4^\sharp = 1642,0$... | 1680 |
| 16 | $< fa_3 = 690,0$.... | min. 675 | $> fa_4 = 1381,0$... | 1400 |
| 18 | $< fa_3 = 690,0$.... | 683 | $> ré_4 = 1161,0$... | 1175 |
| 20 | $> fa_3 = 690,0$.... | 715 | $< si_4 = 976,0$... | 965 |
| 22 | $> sol_3 = 775,0$.... | 795 | $> la_3 = 870,0$... | min. 878 |
| 23 | $> la_3 = 870,0$.... | 890 | $> la_3 = 870,0$... | 885 |
| 23,5 | $< si_3 = 976,0$.... | 950 | $< si_3 = 976,0$... | 950 |
| 24 | $ut_4 = 1034,5$.... | 1034 | $ut_4 = 1034,6$... | 1034 |

» Ce Tableau montre d'abord que les sons de la tige à entailles médianes *baissent* très rapidement; car, pour la première entaille de 2[cm] de largeur seulement, pratiquée au milieu de la tige (c'est-à-dire au ventre des vibrations), le son descend d'une octave, de $ut_5$ à $ut_4$, autant que si la tige avait le diamètre de 6[mm] dans toute sa longueur. Il montre aussi que les sons de la tige à entailles terminales *s'élèvent* d'abord, pour des entailles de faible largeur, puis *descendent* pour des largeurs plus grandes. Les deux courbes (*fig.* 1) qui représentent ces résultats, ayant même origine, $ut_5 = 2069,2$ vibrations simples, et même point *terminus* $ut_4 = 1034,6$, lorsque les entailles ont envahi toute la longueur des tiges, il en résulte que, dans cet intervalle, les points de ces courbes qui ont même ordonnée correspondent à des sons de même hauteur, c'est-à-dire qu'un même son peut être donné par ces tiges, de deux, de trois et même de quatre manières (pour le $si_4$).

» Ces résultats et leurs analogues fournis par les tiges à entailles de profondeur variable et de largeur constante, ainsi que ceux des tiges coniques, pourraient, à notre avis, servir à expliquer la variété des sons que rendent, par le choc, certains silex naturels de formes irrégulières;

sons plus ou moins graves chez les uns et plus ou moins aigus chez d'autres, bien que ces pierres aient des poids peu différents (1). C'est que, d'après




Hauteur des sons rendus par deux tiges cylindriques entaillées

nos observations, les silex qui rendent des sons graves sont *moins épais* au

(1) On a pu, par un choix convenable de ces silex sonores, former une gamme chromatique s'étendant à plusieurs octaves, et faire de la musique avec cet instrument, ce *lithophone*.

milieu qu'aux extrémités et que ceux qui rendent des sons aigus sont, au contraire, *plus épais* au milieu qu'aux extrémités. On voit dans ces formes et ces effets une analogie frappante avec ceux de nos tiges. »

CHIMIE. — *Action du zinc sur la plaque photographique.* Note de M. R. Colson, présentée par M. Cornu.

« Dans le cours de recherches photographiques, j'ai constaté que le zinc exerce sur le gélatinobromure une action énergique; l'étude que j'en ai faite est résumée dans la présente Note.

» Si l'on décape avec du papier émeri une portion d'une feuille de zinc qui a été abandonnée à elle-même depuis un certain temps, et si on la met en contact avec une plaque au gélatinobromure pendant environ vingt-quatre heures, le développement fait apparaître une teinte d'un gris foncé en face de la partie décapée, d'un gris plus clair en face des parties encore brillantes mais non décapées récemment, tandis qu'il ne se produit presque rien en face des parties oxydées. Cette action se manifeste aussi à distance et au travers de certains corps.

» Il y a donc émission de quelque chose, qui ne peut être qu'une radiation ou une émanation; voici comment j'ai éclairci ce point.

» J'ai disposé sur la plaque sensible une petite lame de zinc pliée à angle droit; une des branches reposait horizontalement sur la plaque, tandis que l'autre s'élevait verticalement; en face de cette dernière branche, à une distance de $3^{mm}$, se trouvait un carton vertical, percé d'une fenêtre partant de la plaque. S'il s'agit d'une radiation, on devra observer sur la plaque la trace d'une ombre et d'une pénombre d'après les lois géométriques du rayonnement. Or, rien de tel ne se produit : une teinte grise dégradée s'étend à partir du zinc, non seulement à l'intérieur de la fenêtre, mais tout autour du carton, qui n'a préservé que le trait par lequel il reposait sur la plaque. Dans une autre expérience j'ai placé le zinc sur un pont en carton de $6^{mm}$ de haut; l'effet s'est étendu tout autour, et aussi en dessous en teinte dégradée. Une pièce d'argent, légèrement soulevée, a laissé passer l'effet en dessous, sauf sur la région même de contact avec la plaque. Dans ces expériences, et dans beaucoup d'autres, *l'obstacle est tourné*. L'effet est donc dû, non à une radiation, mais à une émanation.

» D'autre part, les éléments de l'air n'interviennent pas, car je n'ai pas trouvé de différence appréciable en développant, dans un même bain, deux

plaques du même paquet, soumises, pendant quarante-huit heures, aux deux moitiés d'une même lame de zinc, l'une dans l'air, l'autre dans le vide de la machine pneumatique.

» Il ne reste plus alors à invoquer, comme cause, que la *vapeur de zinc*.

» Cette émanation diminue lentement au fur et à mesure que la surface du métal s'oxyde; mais le décapage lui restitue toute son énergie. L'intensité n'augmente pas sensiblement après une exposition, même prolongée, à la lumière solaire.

» Il ne suffit pas de plonger la plaque dans l'eau pour faire apparaître l'image; le révélateur est indispensable. D'ailleurs, rien ne se produit sur les papiers au chlorure et à l'azotate d'argent, ni au bichromate de potasse, ni au sulfate de cuivre, à l'état sec. Il est donc probable que la vapeur de zinc amorce seulement la réduction du bromure d'argent qui est complétée par le révélateur.

» Cette vapeur traverse facilement jusqu'à trois épaisseurs de papier écolier fort, ainsi que le papier photographique albuminé ordinaire, et, plus difficilement, le papier au gélatinobromure; les parties claires ou foncées d'une épreuve ne présentent pas de différence au passage; le papier noir est peu traversé; le carton arrête. Le bois ne laisse passer qu'en faible épaisseur, et d'autant moins qu'il est plus serré. Les métaux, le verre, les substances cristallisées, la gomme, et en général les corps *compacts*, forment obstacle. L'encre d'imprimerie sèche est traversée, tandis que l'encre à écrire ne l'est pas, sans doute à cause de la gomme et des cristaux qu'elle contient.

» Une plaque, enfermée pendant quarante-huit heures dans une boîte avec du zinc décapé, placé de façon que sa vapeur agisse sur la plaque, non directement mais par diffusion à distance dans l'air, accuse un voile prononcé, dont sont seules exemptes les parties protégées par le contact immédiat d'un corps non poreux.

» M. Demarçay a montré, en 1882 [1], que la volatilité existe déjà dans le vide pour certains métaux, à des températures relativement peu élevées, par exemple pour le zinc à 184°. Aujourd'hui, grâce à l'extrême sensibilité du gélatinobromure, la production de vapeur de zinc est mise en évidence à la pression et à la température ordinaires. Ce résultat n'est pas seulement intéressant au point de vue théorique; il conduit à plusieurs conséquences pratiques importantes. On peut, par exemple, remplacer la lumière pour

---

[1] *Comptes rendus*, 24 juillet 1882.

certaines reproductions par une feuille de zinc bien décapée; la porosité des corps interposés se substitue alors à la transparence. On voit aussi qu'il est prudent d'exclure le zinc des boîtes, châssis et appareils photographiques; ou, si on l'emploie, il est indispensable de le recouvrir de corps compacts, comme le papier noir collé à la gomme, sans laisser aucune partie à nu. Il faut encore tenir compte de cette action dans la photographie au travers des corps opaques.

» La poudre de zinc, même simplement frottée sur du papier, est au moins aussi énergique qu'une lame de métal [1].

» Le magnésium et le cadmium donnent le même effet que le zinc, à l'intensité près; je n'ai rien obtenu avec le plomb, l'étain, le cuivre, le fer et l'aluminium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du peroxyde d'azote sur le trichlorure d'antimoine*. Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Troost.

« En 1889, M. Besson mentionnait l'action du peroxyde d'azote sur le trichlorure d'antimoine comme donnant naissance à une matière noirâtre renfermant des vapeurs nitreuses; mais il n'a pas étudié la réaction, et, depuis cette époque, aucun savant n'a repris l'étude de la question. C'est cette étude qui fait l'objet de la présente Note.

» Lorsqu'on fait passer du peroxyde d'azote sur le trichlorure d'antimoine, à froid, il se colore superficiellement en jaune. L'absorption du gaz, faible en ce cas, est beaucoup plus grande lorsqu'on élève la température jusqu'au point de fusion du chlorure. Le liquide se colore rapidement en jaune pâle, jaune foncé et même, l'action continuant, en rouge. Si on laisse refroidir lentement, le chlorure se solidifie en conservant une teinte plus ou moins foncée. Mis dans le vide, il perd lentement le gaz absorbé, et, au bout d'un temps suffisamment long, il n'en renferme plus trace. Il en est de même lorsqu'on laisse ce corps au contact de l'air sec et sans cesse renouvelé.

» Le problème classique de l'absorption des gaz par les liquides ou les solides a été maintes fois traité : ou bien le gaz est absorbé avec formation d'un composé défini plus ou moins stable, ou bien le gaz se dissout tout simplement, comme le fait l'air atmosphérique dans l'eau.

---

[1] Je me suis servi surtout de plaques Lumière, marque bleue, et du révélateur au métol.

» Si, dans le cas de l'absorption du peroxyde d'azote par le protochlorure d'antimoine, nous avons affaire à un composé défini, il est évident que ce composé est dissociable à température ordinaire. Il doit suivre, par conséquent, les lois générales de la dissociation : le dégagement du gaz doit s'arrêter à une certaine température T, lorsque sa pression atteint une valeur H, constante pour chaque température. Si, au contraire, le peroxyde d'azote se dissout seulement dans le trichlorure d'antimoine, la pression $h$ que le gaz peut atteindre est fonction en même temps de la température et de la quantité de gaz dissoute. Cette pression croît et décroît comme la quantité de gaz absorbée.

» La mesure de la pression pouvait donc seule résoudre le problème; elle offre ici quelques difficultés : on ne peut, en effet, la mesurer avec un baromètre, car le mercure est attaqué, dès la température ordinaire, par le peroxyde d'azote. Je n'ai pu davantage réussir à protéger la surface du mercure par un liquide convenable. Tous les liquides essayés offraient en effet le grand inconvénient de dissoudre une quantité notable de gaz.

» La méthode que j'ai employée est extrêmement simple : elle consiste à laisser le composé saturé de peroxyde d'azote établir, à température déterminée, sa tension maxima dans une atmosphère parfaitement desséchée. On prélève dans cette atmosphère un volume déterminé de gaz. Ce gaz est ensuite traité par une dissolution alcaline étendue. Dans la liqueur, on dose, par le permanganate, l'acide azoteux provenant de la décomposition du peroxyde d'azote d'après l'équation

$$\mathrm{Aq} + 4\,\mathrm{AzO^2} = \mathrm{Az^2O^3} + \mathrm{Az^2O^5} + \mathrm{Aq}.$$

» La mesure de la tension, opération si délicate en employant le baromètre, se trouve ramenée dans ce cas à une série de dosages de l'acide azoteux. En effet, du dosage de l'acide azoteux on déduit facilement la quantité correspondante de peroxyde d'azote $p$. Soit $V_t$ le volume prélevé à la température $t$. Soit $d_t$ la densité du peroxyde d'azote à cette température, soit $h$ la pression cherchée, H la pression atmosphérique au moment de l'expérience, on a

$$p = V_t d_t \times 1{,}293 \times \frac{h}{H},$$

d'où

$$h = \frac{Hp}{V_t d_t \times 1{,}293}.$$

» L'appareil dont je me suis servi est formé de deux tubes cylindriques A et B pouvant être mis en communication par un robinet à trois voies. La troisième voie

communique avec un appareil à acide carbonique. Le tube A renfermant la substance est maintenu à une température constante à l'aide d'un bain-marie convenablement réglé. Le tube B de volume connu sert à prélever le gaz et est maintenu également à température constante au moyen d'un courant d'eau froide. A peut être mis, par un robinet, en communication avec une source de peroxyde d'azote, B est muni également d'un robinet qui sert à la sortie du gaz, lorsque le robinet à trois voies fait communiquer A et B.

» Pour faire l'expérience le protochlorure d'antimoine a été placé en A, A a été mis en communication avec B. On fait arriver en A du peroxyde d'azote, il sature peu à peu le chlorure d'antimoine maintenu à 75° et s'échappe par le robinet de B (1); puis on ferme *a* et *b*. Le gaz se trouve après un certain temps sous la pression maxima qu'il puisse atteindre à cette température. On supprime la communication $c_{AB}$ et l'on met le robinet dans la position $c_{BC}$, on ouvre ensuite *b*. Le gaz qui s'échappe est recueilli dans une dissolution étendue de potasse. De la quantité de permanganate décoloré on déduit la pression. Cette pression est égale à la tension du gaz à la température de 75°.

» On établit à nouveau, après avoir fermé *b*, la communication $c_{AB}$. Après un temps suffisamment long, on détruit cette communication pour établir $c_{BC}$, on ouvre *b* et dans la dissolution étendue de potasse où le gaz a barboté, on fait à nouveau un dosage d'acide azoteux.

» Si l'absorption du gaz a donné naissance à un composé défini, à partir d'un certain moment, les différentes tensions, calculées comme je l'ai dit, doivent être égales (2).

» Dans mes expériences, j'avais une dissolution titrée de permanganate de potasse, telle que $1^{cc}$ de cette solution correspondait exactement à $0^{mg},8$ d'anhydride azoteux ($Az^2O^3$). La température de B étant toujours restée comprise entre 22 et 24°, j'ai pris pour la densité du peroxyde d'azote 2,52 (3). On avait, en outre, $V_{(16°)} = 130,99$ à 16°. J'ai pris approxi-

---

(1) Pour abréger j'appelle *c* le robinet à trois voies, *a*, *b* les robinets extrêmes de A et de B. J'appelle C la source d'acide carbonique. $c_{AB}$ indique que le robinet à trois voies fait communiquer A et B de même pour $c_{Aa}$, $c_{BC}$, $c_{ABC}$.

(2) Je ferai remarquer cependant que si la capacité de A était telle que la tension maxima ne puisse s'établir, les pressions observées iraient sans cesse en décroissant, mais deux dosages consécutifs devraient alors correspondre à des pressions qui seraient entre elles comme les volumes de A et de B, c'est-à-dire dans un rapport constant, d'après la loi de Mariotte. Il n'en est rien. Du reste, s'il en était ainsi en établissant la communication $c_{A.B.C.}$, tout le peroxyde d'azote serait chassé de l'appareil, et en répétant l'expérience comme précédemment, on ne devrait plus avoir d'acide azoteux. L'expérience prouve le contraire.

(3) C'est la densité trouvée pour ce gaz à 24°,5 par Playfair et Vanklyn (*Société chimique de Londres*, **15**; 142).

mativement $V_{(22-24°)} = 131^{cc}$, l'erreur ainsi commise étant insignifiante. Le Tableau suivant résume les résultats des différents dosages :

| Température de B. | Nombre de centimètres cubes de $MnO^4K$ décolorés. | Quantités correspondantes de $Az^2O^3$. | $AzO^2$. | Pression atmosphérique. | Tension du gaz. |
|---|---|---|---|---|---|
| ° | cc | mg | mg | | mm |
| 22,5 | 143 | 114,4 | 277,5 | 756 | 491 |
| 23 | 82,5 | 66 | 160,1 | 762 | 283 |
| 22,7 | 40 | 32 | 77,6 | 767 | 139 |
| 24 | 14,5 | 11,6 | 28,1 | 759 | 49 |
| 23,2 | 3,5 | 2,7 | 6,5 | 758 | 11 |
| 22,5 | 0,9 | 0,72 | 1,7 | 764 | 3 |

» Ces nombres montrent nettement que le peroxyde d'azote ne se combine pas au protochlorure d'antimoine [1]. Dans une prochaine Note, j'étudierai la loi de dissolution de ce gaz dans le composé d'antimoine.

» Le bromure d'antimoine donne lieu aux environs de son point de fusion à un dégagement de brome lorsqu'on le soumet à l'action du peroxyde d'azote, en même temps que ce gaz est absorbé. Il est probable que là encore il n'y a qu'une simple dissolution et non formation d'un composé défini, en même temps que production d'oxybromure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action d'une haute température sur quelques sulfures*. Note de M. **A. Mourlot**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans quelques Notes précédentes, nous avons déjà montré que, sous l'influence de la température élevée développée par l'arc électrique, on pouvait arriver à la cristallisation des sulfures ou en obtenir la réduction. Nous présenterons aujourd'hui le résultat de nos recherches en ce qui concerne les sulfures de plomb, d'antimoine, de zinc, de cadmium et d'aluminium.

» I. *Sulfure de plomb*. — Ce sulfure a déjà été reproduit, cristallisé sous sa forme naturelle (galène), par Becquerel [2], Fremy, de Senarmont [3],

---

[1] La variation de la densité du peroxyde d'azote sous l'influence de la pression ne peut expliquer une variation aussi grande dans les tensions observées.

[2] Becquerel, *Comptes rendus*, t. XLIV; 1857.

[3] De Senarmont, *Comptes rendus*, t. XXXII; 1851.

Durocher ([1]), Schlagdenhauffen, Sidot. On sait, d'ailleurs, qu'en fondant une grande masse de sulfure de plomb, on peut obtenir une masse à texture cristalline, présentant des clivages assez nets.

» Nous avons chauffé à des températures différentes le sulfure de plomb amorphe.

» Une première expérience a été faite avec le four électrique, petit modèle, de M. Moissan, alimenté par un courant de 35 volts et de 50 ampères; après vingt minutes de chauffe environ l'opération a été arrêtée. Le creuset renfermait une matière fondue dont la surface était hérissée de cristaux très nets et très brillants; on rencontrait également ces cristaux sur les parois du creuset, ce qui indiquait nettement un phénomène de volatilisation. Ces cristaux cubiques, très réguliers, ont été analysés; ils ont fourni les chiffres suivants :

| | Première analyse. | Théorie. |
|---|---|---|
| Pb | 86,60 | 82,62 |
| S | 13,35 | 13,38 |

» Leur densité est de 7,48.

» Leurs propriétés chimiques les identifient avec la galène.

» Dans un autre essai, la durée de la chauffe a été prolongée pendant quarante minutes; dans ces conditions nous avons obtenu dans le creuset un culot recouvert de cristaux et formé de deux couches superposées; la couche inférieure métallique, se rayant par l'ongle, est constituée par du plomb pur. La partie supérieure fondue, à texture cristalline, a été analysée et nous avons obtenu :

| | | Théorie pour Pb S. |
|---|---|---|
| Pb | 86,59 | 86,62 |
| S | 13,4 | 13,38 |

» Cette expérience nous permet de mettre en doute l'existence d'un sous-sulfure de plomb; du moins, dans l'action du plomb sur la galène, nous n'avons pu constater sa formation.

» Nous avons recherché ensuite si des courants plus intenses pouvaient produire la désulfuration complète de la galène; ce résultat a été obtenu en soumettant, pendant dix minutes, le sulfure de plomb à l'action d'un courant de 300 ampères et de 60 volts.

» Ajoutons que l'action de la chaleur sur un mélange de sulfate de plomb et de charbon nous a fourni également le sulfure cristallisé.

» *Sulfure d'antimoine.* — Le sulfure d'antimoine s'obtient cristallisé, avec facilité, par simple fusion; aussi avons-nous surtout étudié l'action de l'arc électrique.

---

([1]) Durocher, *Comptes rendus,* t. XXXII; 1851

» Comme pour le plomb nous avons procédé, dans une première chauffe, avec un courant de 35 volts et de 50 ampères; nous avons alors obtenu un culot présentant deux couches superposées. La couche inférieure était constituée par de l'antimoine pur sans trace de soufre; la couche supérieure était la stibine. A l'analyse les chiffres ont été :

| | I. | II. | III. | Théorie pour $Sb^2S^3$. |
|---|---|---|---|---|
| Sb............. | 71,4 | 71,72 | 71,76 | 71,42 |
| S............... | 28,6 | 28,25 | 28,24 | 28,57 |

» Le sulfure d'antimoine est donc décomposable en donnant le métal exempt de soufre, sans que l'on puisse, dans ces conditions, constater la formation d'un sous-sulfure.

» Nous avons employé ensuite des courants plus intenses de 300 ampères et de 60 volts; en quelques minutes la désulfuration est complète, et il y a production d'antimoine métallique pur.

» *Sulfure de zinc.* — Le sulfure de zinc cristallisé dans le système hexagonal (würtzite) a été découvert par MM. Henri Sainte-Claire Deville et Troost [1], et reproduit par M. Hautefeuille [2].

» Pour réaliser cette cristallisation, nous chauffons le sulfure de zinc amorphe, dans le tube en charbon d'un four électrique alimenté par un courant de 300 ampères et de 60 volts, pendant quelques minutes. Il y a volatilisation du sulfure sans traces de réduction. Il se produit des cristaux prismatiques hexagonaux, agissant fortement sur la lumière polarisée; leur densité est de 3,98. Ces caractères physiques, ainsi que l'ensemble de ses propriétés chimiques, l'identifient avec la würtzite.

» L'analyse nous a donné :

| | | Théorie. |
|---|---|---|
| Zn....................... | 67,30 | 67,4 |
| S......................... | 32,55 | 32,6 |

» *Sulfure de cadmium.* — La cristallisation de ce sulfure a été également réalisée par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, puis par M. Hautefeuille.

» Nous la réalisons très facilement au moyen du four électrique en nous plaçant dans les mêmes conditions que pour le sulfure de zinc.

» Les cristaux obtenus sont identiques à la greenockite.

» L'analyse nous a donné :

| | Analyse. | Théorie. |
|---|---|---|
| Cd....................... | 77,73 | 77,77 |
| S......................... | 22,24 | 22,22 |

» *Sulfure d'aluminium.* — Ce sulfure a été déjà préparé par de nom-

---

(1) Sainte-Claire Deville et Troost, *Annales*, 1861, *Comptes rendus*, t. LII; 1861.

(2) Hautefeuille, *Comptes rendus*, t. XCIII; 1881.

breux expérimentateurs, Fremy, Sabatier [1], Knapp et Ebel, Vincent, Stein.

» Reichel [2] le prépare en conduisant la vapeur de soufre sur de l'aluminium chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène.

» Nous avons vérifié que l'action de l'hydrogène sulfuré nous donne le même résultat; dans cette réaction, il s'est souvent formé un anneau de sulfure volatil, décomposable par l'eau, qui n'était autre que du sulfure de silicium provenant du silicium contenu dans l'aluminium industriel.

» Nous avons préparé en outre du sulfure d'aluminium en utilisant la réaction déjà indiquée en 1861 par Ch. Tissier [3], qui consiste à réduire certains sulfures métalliques par l'aluminium.

» Notamment, en chauffant au four électrique la stibine en excès avec de l'aluminium, on obtient de l'antimoine volatilisé et il reste un sulfure d'aluminium assez pur et fondu.

» Le sulfure d'aluminium, preparé par l'un ou l'autre de ces procédés, a été chauffé au four électrique avec un courant de 300 ampères et de 50 volts; on observe la fusion sans volatilisation apparente ni réduction. La masse obtenue, fondue, présente une structure cristalline, ainsi que toutes les propriétés du sulfure d'aluminium $Al^2S^3$.

*Analyse.*

| | | Théorie. |
|---|---|---|
| S | 63,95 | 64 |
| Al | 36,02 | 36 |

» *En résumé,* nous avons, au moyen du four électrique, obtenu la cristallisation des sulfures de plomb, d'antimoine, zinc et cadmium.

» Nous avons montré que, parmi ces sulfures, les deux premiers se décomposent en métal pur sans formation de sous-sulfure; enfin, nous avons établi la stabilité des sulfures de zinc, cadmium et aluminium [4]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux isomères de l'anéthol.* Note de M. Charles Moureu, présentée par M. Henri Moissan.

« L'anéthol, principe immédiat que renferme en abondance l'essence d'anis, est identique au parapropénylanisol $C^6H^4 \begin{cases} OCH^3\ (1) \\ CH=CH-CH^3\ (4) \end{cases}$.

---

[1] Fremy, Sabatier, *Ann.*, 8e série, t. XXXVIII.

[2] Reichel, *J. f. pr.*, 8e série, t. LV.

[3] Ch. Tissier, *Comptes rendus*, t. LII, 1861; *Ann. de Chim. et de Pharm.*, 1861.

[4] Ce Travail a été fait au Laboratoire des Hautes Études de l'École de Pharmacie.

Cette constitution ressort nettement de la belle synthèse qu'en fit Perkin en 1877 ([1]), en soumettant à la distillation sèche l'acide méthylparapropiocoumarique $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\ (1)\\ CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CO^2H\ (4)\end{array}\right.$.

» Jusqu'ici on ne connaissait de ce composé qu'un seul isomère, l'estragol, que M. Grimaux a récemment transformé en anéthol au moyen de la potasse alcoolique. Le présent Mémoire a pour objet la préparation synthétique et l'étude de deux nouveaux isomères. L'un d'eux est l'orthopropénylanisol $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\ (1)\\ CH = CH - CH^3\ (2)\end{array}\right.$; je l'appellerai *orthoanéthol*. L'autre est le métapropénylanisol $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\ (1)\\ CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CO^2H\ (3)\end{array}\right.$; je l'appellerai *métaanéthol*.

» J'ai suivi une méthode analogue à celle qui m'a conduit à la synthèse de l'isosafrol en partant du pipéronal ([2]).

» On fait réagir à chaud l'anhydride propionique et le propionate de soude sec soit sur l'aldéhyde orthométhoxybenzoïque $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(1)\\ CHO(2)\end{array}\right.$, soit sur l'aldéhyde métaméthoxybenzoïque $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(1)\\ CHO(3)\end{array}\right.$. Pendant toute la durée de l'opération, il se dégage de l'acide carbonique, provenant de la décomposition de l'acide non saturé qui a pris naissance, acide méthylorthopropiocoumarique ou acide méthylmétapropiocoumarique. En même temps, il y a production du composé propénylique correspondant, orthopropénylanisol ou parapropénylanisol :

$$\text{I.}\qquad \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(1)\\ CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CO^2H(2)\end{array}\right.}_{\text{Acide méthylorthopropiocoumarique.}} = CO^2 + \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(1)\\ CH = CH - CH^3(2)\end{array}\right.}_{\text{orthopropénylanisol.}}$$

$$\text{II.}\qquad \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(1)\\ CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CO^2H(3)\end{array}\right.}_{\text{Acide méthylmétapropiocoumarique.}} = CO^2 + \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(1)\\ CH = CH - CH^3(3)\end{array}\right.}_{\text{métapropénylanisol.}}$$

---

([1]) Perkin, *Berichte*, t. X, p. 1604.

([2]) Ch. Moureu, *Comptes rendus*, 30 mars 1896.

» Le mode opératoire est le suivant :

» On chauffe pendant six heures, au réfrigérant à reflux, poids égaux d'aldéhyde, d'anhydride propionique et de propionate de soude sec. Lorsque la réaction est terminée, on fait passer dans la masse un courant de vapeur d'eau. Celle-ci décompose l'anhydride en excès, et entraîne l'acide propionique, l'aldéhyde qui n'a pas réagi, et le propénylanisol formé. La liqueur distillée est alcalinisée par la soude et épuisée à l'éther, qui dissout le propénylanisol et l'aldéhyde. On agite la solution éthérée avec du bisulfite de soude pendant plusieurs jours, afin d'éliminer complètement l'aldéhyde. Le propénylanisol ainsi purifié est desséché sur le chlorure de calcium et soumis à la rectification.

» L'orthoanéthol (orthopropénylanisol) bout à 220°-223° (non corr.) sous la pression normale. C'est un liquide dont l'odeur est analogue à celle du vératrol. Sa densité à 0° est 1,0075. Il ne se solidifie pas lorsqu'on le refroidit à — 23°. En solution chloroformique et à 0°, il absorbe immédiatement une molécule de brome.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hydrogène........... | 8,30 et 8,58 | Calculé.......... | 8,10 |
| Carbone............. | 81,10 et 81,11 | » | 81,08 |

» Le métaanéthol (métapropénylanisol) est un liquide qui distille à 226°-229° (non corr.) sous la pression ordinaire. Son odeur rappelle assez exactement celle de la résine élémi. Il a pour densité à 0° 1,0013. Il ne se solidifie pas à — 23°. A 0° et en solution chloroformique, il absorbe immédiatement une molécule de brome :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hydrogène ..... | 8,52 | Calculé ........ | 8,11 |
| Carbone ....... | 81,22 et 81,13 | » ........ | 81,08 |

» Les acides non saturés correspondant aux deux nouveaux anéthols (acides méthylpropiocoumariques) ne diffèrent de ces derniers que par les éléments de l'acide carbonique en plus. Il est facile de les retrouver parmi les produits de la réaction.

» A cet effet, le résidu liquide, après l'entraînement par la vapeur d'eau (voir plus haut), est rendu alcalin par la soude, filtré, et additionné d'acide chlorhydrique en léger excès. L'acide non saturé se sépare rapidement. On le purifie par cristallisation dans l'alcool à 80°.

» L'acide méthylorthopropiocoumarique ainsi obtenu se présente sous la forme d'aiguilles blanches, fusibles à 107°-108°. Il est peu soluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'eau à l'ébullition. Son sel d'argent cristallise dans l'eau bouillante en aiguilles très fines, qui se colorent lentement à l'air :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Argent ............ | 36,2 | Calculé............ | 36,1 pour 100 |

» Il est identique au produit de Perkin et Fletcher ([1]).

» L'acide méthylmétapropiocoumarique forme de longues aiguilles brillantes, fondant à 92°-93°,5. Ce nouvel acide est légèrement soluble dans l'eau bouillante.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hydrogène....... | 6,66 et 6,80 | Calculé........... | 6,25 |
| Carbone......... | 69,26 et 69,1 | Calculé........... | 68,76 |

» *Remarque.* — L'orthoanéthol et le métaanéthol, qui font l'objet de cette Note, n'ont pas encore été rencontrés dans la nature. Au contraire, le paraanéthol s'y trouve en abondance; un travail récent et très complet de MM. Bouchardat et Tardy a établi notamment que ce composé formait les $\frac{19}{20}$ au moins de l'essence d'anis du commerce. Nous pensons toutefois que les deux nouveaux anéthols doivent exister dans certaines essences végétales, et, de préférence, l'isomère ortho, les dérivés méta étant, comme l'on sait, peu répandus dans la nature. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthyloxalyle sur le naphtalène en présence du chlorure d'aluminium.* Note de M. **L. Rousset**, présentée par M. Friedel.

« La méthode au chlorure d'aluminium, de MM. Friedel et Crafts, appliquée au chlorure d'éthyloxalyle, a permis à M. Bouveault de réaliser la synthèse des acides α-cétoniques et des aldéhydes aromatiques. Sur ses conseils, j'ai appliqué cette réaction à la série du naphtalène. Je me propose aujourd'hui de faire connaître les résultats obtenus par l'action du chlorure d'éthyloxalyle sur le naphtalène en présence du chlorure d'aluminium.

» En faisant tomber, par petites portions, le chlorure d'éthyloxalyle dans une solution sulfocarbonique de naphtalène tenant en suspension le chlorure d'aluminium, on obtient avec un rendement de 50 pour 100 le mélange de naphtylglyoxylates d'éthyle bouillant entre 200°-210° sous $10^{mm}$.

» Ce mélange constitue un liquide visqueux que l'on traite en solution méthylalcoolique par son poids d'acide picrique. Dans ces conditions, comme je l'ai déjà montré ([2]), un seul des éthers se combine à l'acide picrique pour donner un picrate

([1]) *Chemical Society*, t. XXXIX, p. 446 et 449.

([2]) *Bulletin de la Soc. Ch.*, 2e série, t. XV, p. 65.

cristallisé. Ce picrate constitue de belles aiguilles jaunes fusibles à 77° et répond à la formule $C^{10}H^7 - CO - CO^2C^2H^5, C^6H^2(AzO^2)^3OH$.

» Décomposé par le carbonate de soude, il fournit l'α-naphtylglyoxylate d'éthyle bouillant à 213°-215° sous 23mm. C'est un liquide peu coloré, visqueux, de densité à 0° égale à 1,19.

» En le saponifiant par la soude en solution aqueuse, on obtient l'acide α-naphtyl glyoxylique $C^{10}H^7 - CO.CO^2H$, qui cristallise dans le benzène en beaux cristaux brunissant à 95° et fondant à 100°. Ces cristaux contiennent du benzène; ils s'effleurissent à l'air en devenant opaques et, après dessiccation, ils fondent à 107°-108° en se décomposant.

» Cet acide a déjà été préparé par MM. Claus et Feist [1]. Ils le décrivent comme fondant à 113°,5, mais leur acide provenait de l'oxydation par le permanganate de potassium de l'α-méthylnaphtylcétone qu'ils n'ont pas su purifier.

» Traité par l'hydroxylamine, l'acide précédent fournit une oxime fusible à 193°-195° en se décomposant. Cette oxime distillée dans le vide se décompose suivant la réaction

$$C^{10}H^7 - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup AzOH \\ \diagdown COOH\end{matrix} = H^2O + CO^2 + C^{10}H^7 - CAz.$$

» Le nitrile obtenu bout de 170° à 175° sous 20mm. Il cristallise et fond à 34°. C'est l'α-naphtonitrile qui, d'autre part, a été caractérisé par son picrate fusible à 97°. La formation de ce nitrile établit la constitution des corps précédents.

» La solution alcoolique provenant de la préparation du picrate de l'α-naphtylglyoxylate d'éthyle fournit, après décomposition par le carbonate de soude, un éther bouillant à 212°-215° sous 20mm, de densité à 0° égale à 1,18 et de formule

$$C^{10}H^7 - CO - CO^2C^2H^5.$$

» C'est le β-naphtylglyoxylate d'éthyle impur qui, saponifié par la soude, donne l'acide β-naphtylglyoxylique. Cet acide n'a pu être isolé à l'état de pureté, ni un de ses dérivés.

» Ces acides, chauffés avec l'aniline, donnent des phénylimides qui, bouillies avec l'acide sulfurique dilué, fournissent les aldéhydes naphtoïques.

» L'aldéhyde α-naphtoïque constitue un liquide bouillant à 149° sous 9mm, s'oxydant facilement à l'air et qui, par l'acide picrique, donne un picrate fusible à 94°

$$C^{10}H^7 - COH, C^6H^2(AzO^2)^3OH.$$

Son hydrazone cristallise dans l'acide acétique en aiguilles jaunes fusibles à 152° et de formule

$$C^{10}H^7 - CH = Az - Az = CH - C^{10}H^7.$$

» Pour obtenir l'aldéhyde β-naphtoïque, on traite le mélange des aldéhydes naph-

---

(1) *Berichte,* t. XIX, p. 3180.

toïques par l'acide picrique en solution alcoolique. Les eaux mères décomposées par le carbonate de soude donnent l'aldéhyde β-naphtoïque qui, après plusieurs cristallisations dans l'alcool à 60° et dans la ligroïne légère, forme de petites aiguilles blanches fusibles à 60°.

» Ces aldéhydes ont déjà été préparées par MM. Bamberger et Lodter (1) d'une part, et par MM. Battershall (2), Schulze (3), Bamberger et Böckmann (4) d'autre part (5) ».

MINÉRALOGIE. — *Sur la greenockite amorphe du Laurium.* Note de M. **Christomanos**, présentée par M. Fouqué.

« Parmi les divers produits minéraux du Laurium prédominent la smithsonite et la calamine. C'est surtout aux mines de Camariza et de Mercati que l'on rencontre des calamines basiques jaunes, contenant du cadmium, soit à l'état de carbonate, soit à l'état de sulfure.

» Un des échantillons rares, presque diaphane, d'un jaune vif de succin, a donné à l'analyse :

| | Pour 100. | | | Pour 100. |
|---|---|---|---|---|
| $ZnO$ | 62,06 | soit | $ZnCO^3$ | 92,57 |
| $CdO$ | 2,70 | | $CdCO^3$ | 2,62 |
| $FeO$ | 0,592 | | $CdS$ | 0,85 |
| $CaO$ | 0,123 | | $ZnO$ | 2,07 |
| $MgO$ | 0,219 | | $FeCO^3$ | 0,81 |
| $Al^2O^3$ | 0,020 | | $Fe^2O^3$ | 0,08 |
| $SiO^2$ | 0,180 | | $CaCO^3$ | 0,22 |
| $S$ | 0,190 | | $MgCO^3$ | 0,46 |
| $CO^2$ | 33,895 | | $Al^2O^3$ | 0,02 |
| | | | $SiO^2$ | 0,18 |
| | 99,979 | | | 99,88 |

» Sur la surface, comme dans les fissures et dans les cavités de ces échantillons, se trouve un sédiment pulvérulent, en grains très fins accumulés, d'une couleur orange très éclatante, qui ne présente aucune trace de cristallisation ou de clivage, même au microscope.

(1) *Berichte*, 1re série, t. XXI, p. 259.
(2) *Annales*, 1re série, t. CLXVIII, p. 116.
(3) *Berichte*, 1re série, t. XVII, 1530.
(4) *Berichte*, 1re série, t. XX, p. 1118.
(5) Laboratoire de M. Barbier, Faculté des Sciences de Lyon.

» Cette poudre a la composition suivante :

| | Pour 100. |
|---|---|
| Cadmium | 77,22 |
| Soufre | 22,47 |
| Zinc | traces |
| Bioxyde de carbone | traces |
| | 99,69 |

» Chauffée au chalumeau, elle devient rouge grenat en décrépitant; chauffée sur le charbon seul, ou avec du carbonate de sodium, elle forme un dépôt brunâtre; chauffée avec de l'acide chlorhydrique, elle se dissout entièrement en développant du gaz sulfhydrique.

» Son poids spécifique est égal à 4,77, sa dureté est comprise entre 3 et 4.

» Toutes ces qualités indiquent que cette poudre, entièrement amorphe, est de la greenockite.

» Ce minerai, primitivement signalé en Écosse, s'y présente ordinairement cristallisé en hémimorphies hexagonales; c'est probablement au Laurium qu'il a été signalé, pour la première fois, à l'état amorphe [1]. La greenockite amorphe du Laurium se trouvant déposée à la surface des calamines jaunes, cadmifères, il est probable que le sulfure de cadmium a été précipité d'une solution de bicarbonates de zinc et de cadmium par du gaz sulfhydrique, ce qui se laisse aisément répéter par l'expérience. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur les effets des injections intraveineuses massives des solutions salines simples et composées.* (*Détermination de leur valeur en vue de leur application à la Thérapeutique.*) Note de MM. **Bosc** et **Vedel**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons entrepris l'étude expérimentale des *injections intraveineuses massives* des solutions salées. Il ne s'agit pas du *lavage du sang*, tel que l'entendent MM. Dastre et Loye, mais de l'introduction dans les veines, en un coup, d'une grande quantité de liquide.

» Nous avons expérimenté des solutions de chlorure de sodium seul et des solutions de chlorure de sodium et de sulfate de soude, désignées ordinairement sous le nom de *sérum artificiel, solution physiologique*. Pour éviter toute équivoque, nous désignons sous le nom de *solution salée simple* la

---

(1) Lacroix, *Bulletin de la Soc. Min.*, t. VII, p. 463.

solution de chlorure de sodium seul, et sous celui de *solution saline composée* la solution de chlorure de sodium, sulfate de soude et autres sels.

» Avant d'étudier les effets de ces solutions, nous avons recherché si le *véhicule*, eau distillée ou eau ordinaire, introduit avec une telle abondance dans le sang, n'a pas des effets qui lui soient propres.

» I. Rôle du véhicule. — 1° *L'eau distillée*, introduite dans les veines, n'a entraîné la *mort immédiate* qu'à des doses élevées; 90$^{cc}$ à 102$^{cc}$ chez le lapin, 160$^{cc}$ à 190$^{cc}$ chez le chien, par kilogramme. L'eau distillée semblerait donc peu nocive et cependant l'étude de sa *toxicité éloignée* nous montre qu'elle produit des phénomènes de la plus haute gravité et la mort, même à doses faibles : 30$^{cc}$, 25$^{cc}$, 20$^{cc}$ chez le lapin. Les évacuations sanglantes, les hémorragies et les lésions globulaires sont les traits dominants de cette intoxication. Comme conclusion pratique : *l'eau distillée, introduite dans les veines, est nuisible même à doses faibles; il serait par suite très dangereux de l'injecter seule dans les veines de l'homme malade; elle doit être rejetée d'une façon générale en tant que véhicule de toutes substances à introduire directement dans le sang.*

» 2° L'*eau ordinaire* est au contraire dépourvue de toute toxicité. Elle tue immédiatement aux mêmes doses que l'eau distillée, mais aux doses très élevées de 120$^{cc}$, 130$^{cc}$ par kilogramme chez le chien, de 45,50 chez le lapin, elle n'entraîne ni la mort ni des effets nuisibles. Elle produit en outre des *effets particuliers :* une élévation passagère de la température de $\frac{6}{10}$ à 1°, une diurèse abondante, sans hématurie. Ses effets nuisibles sur les globules rouges sont bien moins marqués que ceux de l'eau distillée. *L'eau ordinaire pourrait donc, à la rigueur, être introduite seule et à haute dose dans les vaisseaux.*

» II. Étude des sels et des solutions salines (*salée simple, saline composée*). — 1° *Solution salée simple.* — Le rôle du véhicule étant déterminé, reste à rechercher les effets des solutions salées dont le chlorure de sodium est l'élément indispensable.

» *a.* Les *solutions fortes* nous ont permis d'étudier le degré et les caractères de la toxicité du chlorure de sodium et de fixer la dose à laquelle il devient nuisible. Nous avons employé la solution de 10 pour 100 chez le lapin, de 7 pour 100 chez le chien. Ces solutions ne tuent qu'à doses élevées (4 à 5$^{gr}$ pour le lapin, 3$^{gr}$,4 pour le chien, par kilogramme); on peut tripler la quantité de chlorure de sodium du sang sans tuer l'animal. Les effets varient avec les doses : la respiration est toujours ralentie, le cœur accéléré; la température s'élève de 1°,5 à 2°, aux doses faibles, et arrive à un chiffre hyperthermique (42°,3) aux doses mortelles; les mictions sont abondantes, claires, tardives; le système nerveux n'est pas touché aux doses faibles; aux doses tardivement mortelles, il se produit de l'inquiétude, des spasmes musculaires, des attaques convulsives; aux doses rapidement mortelles, la mort survient par les progrès de la résolution, sans secousses. *L'emploi de solution salée simple forte ne présente pas de danger, à condition que la quantité de chlorure de sodium injecté ne dépasse pas le triple de la quantité de chlorure de sodium du sang; c'est là une limite extrême.*

» *b. Solution faible.* — Nous avons fait chez le chien des injections massives de

solution de chlorure de sodium à 5 et 7 pour 1000, aux températures de 39°, 30° et 20°, à la vitesse de 15$^{cc}$ à 87$^{cc}$ par minute, et aux doses de 86$^{cc}$ à 261$^{cc}$ par kilogramme. Ces injections ont toujours été dépourvues de toxicité immédiate ou éloignée, alors même que l'on triple la masse du sang. Elles ralentissent la respiration, accélèrent le cœur, *ne modifient pas la pression sanguine; la température rectale et périphérique s'élève de 2° environ avec retour à la normale en quelques heures;* il se produit des *frissons* après l'injection, des *mictions abondantes claires,* qui débutent une demi-heure après. *Tous ces effets sont indépendants de la vitesse de l'injection, de la température du liquide et, à partir d'une certaine quantité, ne varient pas proportionnellement aux doses.* La solution salée à 5 pour 1000 agit moins sur la diurèse et la calorification et l'on doit lui préférer la solution à 7 pour 1000.

» 2° *Solution saline composée* (solution de chlorure de sodium et de sulfate de soude, parties égales, à 7 pour 1000).

» Nous avons fait des *injections isolées* et des *injections en série.* Les effets des injections isolées ne présentent aucune différence avec ceux des injections de solution salée simple. Les injections en série (4700$^{cc}$ en soixante-sept heures chez un chien de 18$^{kg}$ par dose quotidienne de 1000$^{cc}$, 1000$^{cc}$, 1200$^{cc}$, 1500$^{cc}$) *reproduisent, chaque fois, les mêmes effets que les injections isolées et sont aussi peu nocives.* Le sulfate de soude n'est d'aucune utilité réelle vis-à-vis des globules rouges.

» *La valeur physiologique de la solution saline composée n'est pas supérieure à celle de la solution salée simple; par suite, la solution salée simple à 7 pour* 1000 *de chlorure de sodium est suffisante et paraît la plus convenable pour les injections intraveineuses.* »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Évaporation cutanée chez le lapin. Action de la pilocarpine.* Note de M. **Lecercle**, présentée par M. Bouchard.

« Le lapin ne perd pas d'eau par la surface cutanée : c'est l'opinion de Luchsinger, acceptée par tous les physiologistes. Nous avons vérifié que le plus souvent, en effet, l'évaporation cutanée, chez cet animal, est très faible. Mais il nous est aussi arrivé, en recouvrant le train postérieur, préalablement débarrassé de poils, d'une cloche en verre, d'observer une abondante buée, signe d'une évaporation cutanée très sensible.

» Pour la mesurer, nous avons appliqué sur le train postérieur, dont les poils avaient été enlevés, une cloche en verre de 200$^{cc}$, recouvrant une surface de 140$^{cq}$. Nous la faisions traverser, pendant dix minutes, par des courants d'air non desséchés, dont le volume était égal à celui de l'eau qui s'écoulait d'un flacon de Mariotte servant d'aspirateur. L'expérience terminée, la cloche était reliée à un bloc cylindrique de même rayon, par un manchon de caoutchouc formant une fermeture hermétique,

et on la desséchait, ainsi que les tubes de jonction, par un courant d'air sec provoqué par une trompe. On avait recueilli, dans des tubes desséchants, la vapeur d'eau émise par l'animal et celle contenue dans le volume d'air qui avait passé pendant dix minutes. Ce dernier poids étant déterminé, on obtenait, par différence, la vapeur émise par une surface déterminée, pendant dix minutes. Un thermomètre, fixé dans la cloche, recevait la chaleur émise par rayonnement. On déterminait aussi la température rectale et la température de la peau recouverte par la cloche. L'animal était toujours attaché deux heures au moins avant l'expérience, et ses températures rectale et cutanée étaient presque absolument stationnaires.

» Le courant d'air passant avec des vitesses différentes, nous avons recherché quelle était l'influence de la vitesse sur l'évaporation. En opérant dans les circonstances les plus favorables, c'est-à-dire avec des lapins produisant de la vapeur en quantité suffisante pour la production d'une buée, nous avons reconnu que, pour des vitesses croissantes, la quantité de vapeur d'eau émise va d'abord en croissant et passe par un maximum qui n'est pas dépassé lorsqu'on fait passer dans la cloche, pendant dix minutes, un volume d'air égal ou supérieur à $3^{\text{lit}}$ [1].

*Lapin de* $2^{\text{kg}}$,970.

| Température | | | Volume | Poids de vapeur contenue | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| de l'air. | rectale. | cutanée. | d'air. | dans l'air. | Poids total. | Différence. |
| o | o | o | lit | mgr | mgr | mgr |
| 16,2 | 38,4 | 35,6 | 0,97 | 8 | 21 | 13 |
| » | » | » | 1,34 | 10 | 30 | 20 |
| » | » | » | 2,17 | 18 | 42 | 24 |
| » | » | » | 2,97 | 24 | 48 | 24 |
| » | » | » | 3,67 | 30 | 55 | 25 |
| » | » | » | 7,71 | 63 | 89 | 26 |

» En répétant ces expériences pendant plusieurs mois, nous avons obtenu des quantités de vapeur d'eau très variables émises, par une même surface, dans un même temps. Leur poids a varié de 2 à $28^{\text{mgr}}$. Ce chiffre a été obtenu, sur des lapins, les premières fois qu'on les attachait. Au bout de quelques jours, et dans les mêmes conditions, on ne le retrouvait plus.

» Nous avons recherché l'influence de la pilocarpine sur cette évaporation. Après avoir mesuré l'évaporation cutanée, comme nous venons de le dire, nous injections, à la racine d'une cuisse, $1^{\text{cc}}$ de solution de chlorhydrate de pilocarpine et, cinq minutes après, nous mesurions de nouveau

---

[1] Il en est du reste ainsi si l'on mesure, sous des vitesses croissantes, la quantité de vapeur d'eau émise par la *main*, les conditions extérieures et physiologiques restant constantes.

la quantité de vapeur d'eau émise pendant dix minutes. Plus tard nous faisions une troisième et même une quatrième mesure.

» Nous avons observé deux réactions différentes. Chez certains lapins, il y a abondante salivation et faible augmentation dans l'évaporation cutanée. Chez d'autres, où la salivation est presque nulle, il y a notable variation dans la vapeur d'eau émise; mais, dans tous les cas, il faut des doses d'alcaloïde beaucoup plus grandes que celles qu'on donne thérapeutiquement, si l'on tient compte du poids de l'animal.

*Lapin :* 3$^{kgr}$,300 (*salive abondamment*).

| | Températures | | | | | Poids | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | extérieure. | rectale. | cutanée. | par rayonnement. | Volume d'air. | de vapeur d'eau dans l'air. | total. | Différence. |
| | | | | | lit | mgr | mgr | mgr |
| Avant injection.. | 12,8 | 36,1 | 33,2 | 18,7 | 3,62 | 18 | 30 | 12 |
| Injection de 1$^{cgr}$.. | » | 36 | 33,6 | 19,6 | 3,53 | 18 | 32 | 14 |
| ½ heure après ... | » | 35,7 | 33,2 | 19,6 | 3,4 | 17 | 28 | 11 |
| Avant injection . | 13 | 36,7 | 33,5 | 18,4 | 3,38 | 18 | 22 | 4 |
| Injection de 2$^{cgr}$. | » | 36,4 | 33,2 | 19,6 | 3,92 | 22 | 32 | 10 |
| ½ heure après ... | » | 36,1 | 32,9 | 19,8 | 4,13 | 23 | 34 | 11 |

*Femelle :* 2$^{kgr}$,840 (*ne salive presque pas*).

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avant injection . | 14 | 39 | 34,9 | 19,8 | 4,2 | 21 | 30 | 9 |
| Injection de 1$^{cgr}$.. | » | 38,8 | 35,1 | 20,4 | 4,47 | 23 | 40 | 17 |
| ½ heure après ... | » | 38,8 | 35,9 | 20,4 | 4,32 | 22 | 30 | 8 |
| Avant injection . | 13,4 | 39 | 35,9 | 19,2 | 3,8 | 20 | 28 | 8 |
| Injection de 2$^{cgr}$.. | » | 38,8 | 34,3 | 20,4 | 3,88 | 21 | 42 | 21 |
| ½ heure après ... | » | 38,5 | 34,5 | 20,4 | 3,95 | 21 | 40 | 19 |
| 1 heure après ... | » | 38,9 | 35,1 | 20 | 3,96 | 21 | 29 | 8 |

» L'action de la pilocarpine est beaucoup plus manifeste chez la femelle qui ne salive presque pas. Quelle que soit la dose, on observe un abaissement de la température rectale et une élévation du thermomètre qui reçoit la chaleur rayonnée.

» La température cutanée s'est élevée après injection de 1$^{cgr}$. Elle a baissé après injection de 2$^{cgr}$. Dans la dernière expérience, on voit que, au bout d'une heure, l'action et, probablement, l'élimination de la pilocarpine étant complètes (les animaux urinent abondamment), l'évaporation cutanée est redevenue ce qu'elle était au début. En même temps, les températures rectale et cutanée se sont relevées et la température qui sert de mesure au rayonnement s'est abaissée. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques points de l'Histologie des muscles des Cirrhipèdes.* Note de M. A. Gruvel [1].

« Nos recherches ont porté sur les principales espèces de Cirrhipèdes, aussi bien sessiles que pédonculés, qui nous ont déjà servi pour de précédents travaux [2].

» On rencontre chez ces animaux trois formes de tissu musculaire : 1° des fibres musculaires striées non arborescentes ; 2° des fibres musculaires striées arborescentes ; 3° des fibres musculaires lisses non arborescentes. Nous laissons volontairement de côté une forme déjà décrite par d'autres auteurs et par nous-même sous le nom de *fibres musculaires lisses arborescentes*, l'embryogénie nous ayant démontré que cette sorte de tissu n'est pas de nature musculaire, mais bien de nature conjonctive.

» I. *Fibres musculaires striées non arborescentes.* — Ces muscles se rencontrent d'une façon générale dans tout le corps (excepté le pédoncule et le muscle adducteur des scutes). Ils forment la masse principale de la musculature, mais leur structure est loin d'être très nette partout.

» Ce sont surtout les muscles masticateurs qui nous ont fourni les meilleures préparations.

» Au lieu d'être formée de disques superposés comme chez les Insectes, la fibrille striée des Cirrhipèdes a une structure nettement alvéolaire, en ce sens que les disques sont remplacés par des ellipsoïdes plus ou moins allongés ou aplatis, et toutes ces alvéoles sont unies entre elles par un protoplasma périphérique qui forme à l'ensemble comme une sorte de gaine.

» On trouve des parties sombres correspondant aux disques épais sombres des insectes et formés par trois alvéoles, une centrale très sombre et allongée et deux terminales plus claires et moins longues, puis à chacune des extrémités de cette partie sombre, deux alvéoles claires correspondant aux disques clairs et enfin entre deux alvéoles claires, une alvéole plus sombre, et plus renflée, qui est l'homologue du disque sombre mince des Insectes.

---

(1) Nous ne faisons que résumer ici les principaux traits que l'étude nous a révélés comme intéressants, un travail plus complet devant paraître ultérieurement.

(2) A. Gruvel, *Contribution à l'étude des Cirrhipèdes* (*Archives de Zoologie expérimentale;* 1894).

» Au moment de la contraction, deux seulement de ces éléments, sur trois, semblent mis en jeu. Ce sont les alvéoles minces obscures qui se renflent légèrement en s'aplatissant dans le sens perpendiculaire à celui de la fibrille et les parties épaisses et sombres. Il semble que, des trois alvéoles qui les composent, l'alvéole centrale seule s'aplatit et, dans ces conditions, les deux stries sombres qui la séparent de ses voisines s'épaississent.

» Dans ces conditions, nous croyons pouvoir admettre que, au moment de la contraction, c'est le *protoplasma interalvéolaire* seul qui est actif et qui, pressant sur les alvéoles, les force à prendre la forme la plus voisine de la sphère, ces alvéoles étant purement passives. Lorsque la cause qui a produit la contraction cesse d'agir, les alvéoles tendent à reprendre leur forme primitive et deviennent actives, tandis que le protoplasma interalvéolaire est devenu passif.

» II. *Fibres musculaires striées arborescentes.* — Dans ces sortes de muscles, les fibres ressemblent en tous points à celles que nous venons de décrire; seulement, près de l'une de leurs surfaces d'insertion, ces fibres se divisent en éventail et *perdent toute trace de striation.*

» On les rencontre bien développées autour de l'œsophage.

» L'arborescence a simplement pour but de permettre une action plus étendue, sans pour cela augmenter le nombre de faisceaux musculaires qui ont en général une disposition radiaire.

» III. *Fibres musculaires lisses.* — Ces éléments, qui se rencontrent dans des parties spéciales du corps (pédoncule, manteau et, le plus souvent, muscle adducteur des scuta), débutent par une simple cellule fusiforme à noyau plus ou moins allongé. Puis la cellule s'allonge en repoussant le noyau vers la périphérie, et bientôt la fibrille ainsi formée se trouve représentée par une partie protoplasmique hyaline, sur l'un des côtés de laquelle est placé le noyau entouré d'une mince couche de protoplasme granuleux.

» Ces fibrilles ne nous ont jamais présenté ni dichotomisations ni anastomoses.

» IV. *Fibres conjonctives arborescentes.* — Ces éléments, décrits comme fibres musculaires lisses, se rencontrent dans le pédoncule, mais ils sont particulièrement développés dans le manteau, où ils ont pour but de maintenir les deux parois à une distance définie et où ils n'ont jamais à produire aucune contraction, ce dont ils seraient du reste incapables.

» A l'état adulte, on peut se méprendre et il est assez facile de les consi-

dérer comme des fibres musculaires, mais il n'en est plus de même si l'on suit le cours du développement.

» On trouve alors que, primitivement, ces éléments ne diffèrent en rien des cellules qui formeront le tissu conjonctif environnant; c'est seulement petit à petit que les éléments cellulaires qui doivent leur donner naissance s'allongent de façon à réunir les deux parois du manteau, et cela continue ainsi en se compliquant de divisions longitudinales nombreuses aux deux extrémités, en sorte que, bientôt, la fibre se trouve formée d'une partie centrale unique qui se termine à ses deux extrémités par un pinceau de ramifications servant à multiplier les points d'insertion.

» Ces fibres particulières sont donc bien de nature conjonctive, et nous n'avons pu leur découvrir aucune structure. »

ZOOLOGIE. — *Sur un parasite accidentel de l'homme appartenant à l'ordre des* Thysanoures. Note de MM. **Frèche** et **L. Beille**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Ce parasite a été observé dans les circonstances suivantes :

» M. X., âgé de 70 ans, habite dans la Charente-Inférieure une maison confortable et isolée en rase campagne; il est très soigneux de sa personne.

» En août 1891 il fit un voyage aux Sables-d'Olonne, à la Rochelle et à l'île d'Oloron et ne remarqua rien d'anormal. Mais quinze jours après son retour il sentit de vives démangeaisons dans le cuir chevelu et y trouva de nombreux parasites qu'il prit pour des poux. Un traitement mercuriel parut efficace. A l'entrée de l'hiver les parasites disparurent et M. X., n'en trouvant plus, se crut définitivement débarrassé. Mais au printemps de 1892 de nouveaux parasites reparurent et persistèrent jusqu'en novembre. En 1893 nouvelle éclosion au printemps et disparition à l'entrée de l'hiver. Les mêmes faits se sont renouvelés en 1894, 1895, 1896, et cela malgré tous les soins de propreté et la désinfection de tous les objets mobiliers. Les parasites semblent même devenir de plus en plus abondants; à l'origine M. X. n'en trouvait que dans ses cheveux qu'il porte habituellement fort longs, mais depuis 1894 ils circulent sur le cou, le tronc et les membres qui sont absolument glabres.

» Ce parasite ne détermine aucune lésion de la peau; le cuir chevelu, sur lequel il est si abondant, n'offre aucune altération pathologique; il est simplement gênant et désagréable par ses mouvements. Il paraît appartenir au genre *Seira* et avoisine la *Seira domestica*, mais sans lui être identique; on ne peut le rapporter à aucune des espèces décrites par Lubbock dans sa monographie classique.

» Particularité curieuse : seul dans son entourage M. X. est atteint; ses domestiques sont à peu près complètement épargnés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence de la composition de l'eau des lacs sur la formation des ravins sous-lacustres.* Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Schlœsing.

« Les travaux hydrographiques exécutés dans les lacs de Genève et de Constance ont montré que les deltas du Rhône et du Rhin présentaient, à leur entrée dans ces lacs, des ravins sous-lacustres très bien dessinés. Ces ravins ont une longueur de quelques kilomètres, une largeur de quelques centaines de mètres et une profondeur qui atteint $30^{m}$ au lac de Genève et dépasse $50^{m}$ au lac de Constance. M. Forel en a donné, il y a longtemps, une explication qui me paraît très juste. Les eaux des fleuves glaciaires ne se diffusent pas immédiatement dans celles des lacs; mais, plus denses par suite de leur charge d'alluvions, elles s'écoulent dans les profondeurs le long des talus du delta immergé, comme le ferait un fleuve de mercure, et le courant, limité par des masses d'eau dormante, doit, en frottant sur ses parois liquides, laisser tomber son limon en suspension. Ainsi se constituent les digues qui bordent le ravin et qui, dès qu'elles ont atteint une hauteur suffisante, dirigent le courant sous-lacustre. Nous assistons d'ailleurs, en été, à la disparition des eaux boueuses du Rhône dans le lac de Genève; c'est le phénomène de la Bataillère, bien connu des riverains.

» Les hydrographes suisses ont constaté, à leur grande surprise, que ces ravins faisaient complètement défaut dans les autres lacs. Ni la Reuss et l'Aa dans le lac des Quatre-Cantons, ni l'Aar dans le lac de Brienz, ni le Tessin et la Maggia dans le lac Majeur, tous fleuves alimentés par des glaciers, ne présentent à leur embouchure une disposition semblable.

» Cette diversité dans le mode de dépôt des alluvions tient sans doute à plusieurs causes, dont l'une est probablement la longueur du cours du fleuve. Plus celle-ci est considérable, plus les matériaux charriés ont le temps de s'user pendant leur transport; si celui-ci est suffisamment prolongé, ils peuvent arriver dans le lac à l'état d'alluvion impalpable, état nécessaire pour la formation de digues du ravin sous-lacustre. Or une simple inspection de la carte de la Suisse montre que le cours du Rhône et du Rhin est sensiblement plus long que celui des autres fleuves.

» Toutefois il est probable qu'une autre cause, qui jusqu'à présent ne

paraît pas avoir été signalée, intervient d'une manière très efficace, et il y a lieu de se demander si, une fois de plus, certaines expériences de M. Schlœsing ne peuvent expliquer cette anomalie. M. Schlœsing [1] a montré que, lorsque la teneur d'un milieu liquide en bases alcalino-terreuses descend au-dessous de $0^{gr},06$ par litre, la précipitation des argiles que ce milieu tient en suspension ne se fait qu'avec une extrême lenteur. Il en résulte que, si un fleuve, chargé d'alluvions glaciaires dont la majeure partie consiste en argiles, débouche dans un pareil milieu, la précipitation de ces alluvions ne se produit qu'après un temps très long et sur l'ensemble de la cuvette, lorsque les eaux du fleuve se sont entièrement diffusées dans celle du lac; au contraire, si la teneur du milieu en bases alcalino-terreuses est supérieure à $0^{gr},06$, le dépôt peut se former assez rapidement, à une distance limitée de l'embouchure et avant que cette diffusion ait lieu; les digues nécessaires à l'existence du ravin sont alors susceptibles de se constituer.

» Or, voici les chiffres que j'ai trouvés pour quelques lacs suisses :

| Lacs. | Lieu de la prise. | Date de la prise. | Résidu sec par litre. | CaO. | MgO. | Somme. CaO + MgO. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | gr | | | |
| Constance. | 1km à l'est de Constance. | 23 mars 1896 | 0,1775 | 0,067 | 0,014 | 0,081 |
| Genève. | Au large de Thonon. | 3 mars 1896 | 0,17 | 0,0633 | 0,011 | 0,0743 |
| Quatre-Cantons. | 100m en amont du Neue Brücke de Lucerne. | 1er mars 1896 | 0,122 | 0,053 | 0,0058 | 0,0588 |
| Brienz. | Au large d'Iseltwald. | 14 mars 1896 | 0,0895 | 0,038 | 0,0033 | 0,0413 |
| Majeur. | Au large de Locarno. | 8 avril 1896 | 0,0905 | 0,0315 | 0,006 | 0,0375 |

» On voit que la somme $CaO + MgO$ est supérieure à $0^{gr},06$ pour les lacs de Constance et de Genève qui possèdent un ravin sous-lacustre, et inférieure à $0^{gr},06$ pour les autres lacs qui n'en possèdent pas.

» Bien qu'elle ne résulte encore que de l'étude de cinq lacs, cette application des lois de M. Schlœsing aux dépôts lacustres m'a paru assez intéressante pour être signalée à l'Académie. »

---

(1) Schlœsing, *Encyclopédie chimique*, t. X, p. 62.

HYDROGRAPHIE. — *Sur un nouveau sondeur; appareil portatif à fil d'acier.* Note de M. **Emile Belloc**, présentée par M. Janssen.

« Soumis à des expériences nombreuses dans les lacs et en pleine mer, l'appareil de sondage dont M. Janssen a bien voulu présenter la description à l'Académie (séance du 25 mai 1891) paraît avoir satisfait aux épreuves qu'il a subies de plusieurs côtés ([1]). Néanmoins, j'ai cru devoir apporter de légères modifications à certains de ses organes, afin d'en rendre le fonctionnement plus parfait.

» L'appareil que j'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie est une amplification et un perfectionnement d'une machine plus petite, pesant moins de $4^{kg}$, que j'avais imaginée pour servir à mes études lacustres. Il est plus particulièrement destiné aux recherches marines, et pèse $20^{kg}$.

» Deux flasques parallèles en bronze forment le bâti. Les poulies sont en bronze et leurs axes en acier. Disposés comme des susbandes d'affûts, et tenus simplement par des chevilles à ergot, les chapeaux des paliers sont très facilement démontables.

» Un tambour, actionné par une simple manivelle, peut enrouler $2000^m$ à $2500^m$ de fil d'acier trempé, dit *corde à piano*, de $\frac{5}{10}$ de millimètre, c'est-à-dire beaucoup plus qu'il n'en faut pour une machine portative de ce genre.

» En quittant ce tambour, le fil vient s'engager dans la gorge d'une poulie folle. Descendant ensuite verticalement, il passe sous une deuxième poulie, à moitié plongée dans un auget, contenant des matières grasses qui doivent empêcher l'oxydation de l'acier; puis il remonte vers la poulie métrique, mise en rapport direct avec le compteur, et l'entoure presque entièrement. Finalement, après s'être engagé entre deux petits tourillons verticaux, le fil vient se couder, presque à angle droit, sur une quatrième poulie fixée à l'extrémité d'une flèche destinée à éloigner la ligne du flanc de l'embarcation.

» Comme le modèle primitif, celui-ci est muni d'une roue à rochet permettant

---

([1]) S. A. S. le prince A. de Monaco, M. A. Delebecque, ingénieur des Ponts et Chaussées, M. le professeur Thoulet, et l'ingénieur suisse M. Hörnlimann, ont effectué leurs recherches marines et lacustres avec cet appareil.

Plus récemment, M. le docteur G. Pruvot, de la Faculté des Sciences de Grenoble, s'en est servi, sous la haute direction de M. H. de Lacaze-Duthiers, sur le *Roland-Bonaparte*, pour l'étude des fonds sous-marins du golfe du Lion. Enfin, cette année même, M. le comte de Dalmas l'a utilisé pour de nombreux sondages exécutés dans la mer des Antilles.

Tous mes appareils de sondage sortent des ateliers de M. l'ingénieur Jules Le Blanc : leur solidité et leur précision ne laissent donc rien à désirer.

d'immobiliser la machine. En outre, une gorge ménagée à gauche du tambour reçoit la lame d'un frein automoteur. Ce frein est à double effet : actionné par l'opérateur, à l'aide d'une manivelle parcourant les différents points d'un secteur sur lequel on le fixe, il commande le mouvement rotatif du tambour et règle la vitesse du poids de sonde pendant la descente; dans tous les cas, étant sous la dépendance directe de la force de pesanteur exercée à l'extrémité de la ligne, il provoque l'arrêt instantané de la machine au moment précis où le plomb de sonde touche le fond.

» Une tige d'acier, entourée à son extrémité inférieure d'un ressort à boudin et muni d'écrous de réglage, est fixée en avant de l'auget. En haut, elle se termine par un étrier mobile en cuivre rouge, fonctionnant automatiquement, et destiné à arrêter le déroulement du fil, quand la sonde est au bout de sa course.

» Le tambour peut enrouler 2000$^{m}$ à 2500$^{m}$ de fil d'acier, dit *corde à piano*, de $\frac{5}{10}$ de millimètre, pouvant supporter un effort de plus de 40$^{kg}$. Le poids du fil est d'environ 1$^{kg}$,500 pour une longueur de 400$^{m}$; soit 0$^{kg}$,375 par mètre.

» Le diamètre très réduit du fil d'acier annihilant, pour ainsi dire, les frottements, on peut employer un poids de sonde extrêmement léger, même pour les grandes profondeurs, sans que la sensibilité du frein automoteur soit diminuée.

» Par suite de ce nouveau dispositif, la ligne n'est plus exposée à quitter la gorge des poulies. Ainsi maintenu par l'étrier, et ne pouvant se dérouler par son propre poids, le fil d'acier n'obéit plus au mouvement de torsion qui occasionne habituellement la formation de boucles ou *coques,* et provoque trop souvent sa rupture. De plus, au lieu d'être supporté, comme précédemment, par un bras unique attaché contre l'une des flasques, l'auget est fixé entre deux bras dont les extrémités postérieures s'appuient sur l'axe horizontal qui soutient le levier du frein automoteur, et oscille autour de lui.

» Telles sont, très succinctement énoncées, les améliorations successives que j'ai apportées à mon sondeur à fil d'acier.

» Dans le but de le rendre facilement transportable dans la haute montagne et jusque sur les bords des nappes lacustres les plus élevées, j'ai réduit le volume et simplifié les organes du modèle que je viens de décrire, en le ramenant au poids et aux proportions de l'appareil originaire de 4$^{kg}$ (1).

» Ce petit appareil est celui dont M. l'ingénieur A. Delebecque se sert, depuis 1892, pour l'exécution des travaux lacustres que connaît l'Académie. C'est également à l'aide d'un modèle analogue que je poursuis, depuis

---

(1) Les principales modifications portent sur l'épaisseur du bâti, qui est ici en acier au lieu d'être en bronze, sur le frein automoteur et la distribution des poulies de renvoi. Afin de faciliter la manœuvre de la manivelle, placée à droite du tambour, le compteur a été mis à gauche, et, pour rendre la lecture commode, le cadran est fixé obliquement, d'avant en arrière, au lieu d'occuper une position verticale.

de nombreuses années, l'étude des lacs français et espagnols des Pyrénées, de ceux du littoral du golfe de Gascogne, des Vosges, etc.

» Ces instruments peuvent être également utilisés pour mesurer toute hauteur verticale, falaise, gouffre, puits de mine, etc., dont le sommet est praticable et la base difficilement accessible. »

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

### Ouvrages reçus dans la séance du 6 juillet 1896.

*Essai de Paléontologie philosophique;* Ouvrage faisant suite aux *Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques,* par M. Albert Gaudry, de l'Institut de France et de la Société royale de Londres, etc. Paris, Masson et Cie; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par l'auteur.)

*Bulletin astronomique,* publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XIII. Juillet 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-8°.

*Bulletin des Sciences mathématiques,* rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Tome XX. Mars, avril, mai 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 3 fasc. in-8°.

*Annales de Chimie et de Physique,* par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Juillet 1896. Tome VIII. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

*La Dynamo : Théorie, calcul et construction,* par MM. C.-C. Hawkins et F. Wallis. Traduction et adaptation par M. E. Boistel, Ingénieur électricien. Tomes I et II. Paris, J. Fritsch, 1896; 2 vol. in-18.

L'*Électro-aimant et l'électro-mécanique,* par Silvanus P. Thompson. Ouvrage traduit et adapté de l'anglais par E. Boistel, électricien. Paris, J. Fritsch; 1 vol. in-18.

*Courants polyphases et alterno-moteurs,* par Silvanus P. Thompson, Directeur du Collège technique de Finsbury, à Londres. Traduction par E. Boistel, Ingénieur. Paris, Baudry et Cie; 1 vol. in-8°.

*Traité de Photographie industrielle : Théorie et pratique,* par M. Charles

Fery et M. le Dr Burais. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Schützenberger.)

*L'incandescence par le gaz et le pétrole. L'acétylène et ses applications*, par M. F. Dommer. Paris, B. Tignol; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Moissan.)

*Société de Médecine de Paris*, 1796-1896, *Centenaire* 22 *mars* 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. in-8°, (Présenté par M. Brouardel.)

*Leçons de Clinique médicale faites à l'hôpital Saint-Éloi de Montpellier*. Novembre 1890. Juillet 1895. Deuxième série, par M. le Dr J. Grasset, Professeur de Clinique médicale à la Faculté de Montpellier. Montpellier, Camille Coules, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

*Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France*, publié par M. E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique de France. Année 1896. N° 4. Avril 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

*Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe*. Juillet 1896. Paris; fasc. in-8°.

*De l'eau potable à tous sans obérer la masse de personne*, par M. C.-J. Tackels. Paris, Michelet, 1896; in-8°.